



# INTERNATIONALES
# ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE.

## ORGAN

DER

## „INTERNATIONALEN GESELLSCHAFT FÜR PHOTOGRAMMETRIE".

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

E. DEVILLE, GENERAL-SURVEYOR IN CANADA; GEH. HOFRAT PROF. DR. S. FINSTERWALDER IN MÜNCHEN; PROF. K. FUCHS IN PRESSBURG; DR. M. GASSER, PRIVATDOZENT DER TECHN. HOCHSCHULE IN DARMSTADT; DR. ING. L. W. GÜNTHER, PRIVATDOZENT AN DER TECNN. HOCHSCHULE IN BERLIN; PROF. DR. N. HERZ IN WIEN; PROF. DR. HOHENNER IN DARMSTADT; K. U. K. FELDMARSCHALLEUTNANT BARON A. HÜBL IN WIEN; PROF. DIPL. ING. A. KLINGATSCH IN GRAZ; PROF. DR. W. LASKA IN PRAG; GEH. BAURAT PROF. DR. A. MEYDENBAUER IN GODESBERG A. RHEIN; INGENIEUR-GEOGRAPH P. PAGANINI IN FLORENZ; DR. C. PULFRICH IN JENA; A. RANZA, TENENTE INGEGNERE IN ROM; J. SACONNEY, CAPITAINE DU GÉNIE IN PARIS; REGIERUNGSRAT DIREKTOR F. SCHIFFNER IN WIEN; PROF. TH. SCHMID IN WIEN; PROF. DR. SERVUS IN CHARLOTTENBURG; C. TARDIVO, CAPITANO DEL GENIO IN ROM; INGENIEUR DR. J. TORROJA IN MADRID; TOPOGRAPH A. O. WHEELER IN CANADA.

REDIGIERT

VON

HOFRAT E. DOLEŽAL,

O. Ö. PROFESSOR AN DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN.

## III. BAND.

1911—1913.



WIEN UND LEIPZIG.

K. U. K. HOF-BUCHDRUCKEREI UND HOF-VERLAGS-BUCHHANDLUNG

CARL FROMME.

1913.

— III —

# Inhaltsverzeichnis

des

## Internationalen Archives für Photogrammetrie.

## III. Band.

### I. Namensverzeichnis.

Seite

## II. Sachverzeichnis.

Abhandlungen.

## Kleinere Mitteilungen.

Literaturbericht.



Referate über Fachartikel und fachliche Vorträge.



Bibliographie:



Vereinsnachrichten.

INTERNATIONALES
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

Redaktion: Prof. E. DOLEZAL in Wien.

III. Jahrgang. Februar 1912. Heft I.

# Enthüllung des Denkmals für Oberst Laussedat in Moulins.

Von Prof. E. Dolezal in Wien

Eine traurige Fügung des Schicksals wollte es, daß das erste Heft unserer Zeitschrift an seiner Spitze den Nekrolog für den Begründer und hervorragendsten Bahnbrecher der photographischen Meßkunst bringen mußte, für den genialen Ingenieur und Offizier, dem sein dankbares Vaterland vor kurzem in seiner Geburtsstadt Moulins ein seiner Bedeutung würdiges Denkmal errichtet hat.

Es ist eine unabweisliche Pflicht der Pietät, wenn unser, dem Ausbaue und der Verbreitung der Photogrammetrie gewidmetes Organ ausführlich über eine Feier berichtet, welche deutlich zeigt, welcher hohen Wertschätzung sich in Frankreich die Pfadfinder der Technik seitens aller kompetenten Faktoren erfreuen, eine Wertschätzung, die wir Österreicher nicht ohne ein leises Gefühl des Neides wahrnehmen können.

Wie wir aus französischen Blättern entnehmen, ist die Idee eines Denkmals für Oberst Laussedat nicht älter als zwei Jahre. Ein Komitee in Paris und ein lokales Komitee teilten sich in die Arbeit, deren Löwenanteil wohl Herrn Léon Tissier in Moulins zufiel. Das Denkmal erhebt sich auf dem reizenden Museumsplatze dieser Stadt und wurde abweichend von der althergebrachten Sitte nicht mit einer schnöden Leinwandhülle bekleidet. Die Architektur des Denkmals aus blaugrauem Marmor besteht aus einem Halbkreis, dessen mittlerer Teil einen hohen Sockel bildet, auf dem sich die aus Bronze gegossene Büste des Gelehrten erhebt, deren Porträtähnlichkeit auf alle seine Freunde und Schüler geradezu verblüffend wirkte. Neben dem Sockel sitzt eine Frauengestalt, deren edles und tiefbewegtes Antlitz sich trauernd von einem Grenzpfeiler abwendet und mit einer gesenkten Fahne die Huldigung der Wissenschaft vor dem patriotischen Geodäten darstellt, dem es ja gelungen war, bei der Festsetzung der neuen Grenze nach dem deutsch-französischen Kriege, seinem Vaterlande einige wertvolle Streifen Landes zu erhalten.

Der Gesichtsausdruck der weiblichen Gestalt ist wahrhaft ergreifend und stempelt das Denkmal zu einem Meisterwerk, wie sich eines solchen nicht viele große Städte rühmen können. Auf der Rückseite des Denkmals ist als dekoratives Motiv eine Erdkugel, ein Sternenhimmel und ein Telemetrograph in äußerst gelungener Verbindung angebracht.

Der Rahmen des Denkmals ist der denkbar günstigste. Die ersten Konturen des von dem Architekten Moreau und dem Bildhauer Sicard geschaffenen Werkes heben sich glücklich von den zarten Linien des in nächster Nähe gelegenen herzoglichen Pavillons ab.

Die offizielle Feier — Enthüllungsfeier läßt sich mit Rücksicht auf den Mangel einer Hülle wohl nicht sagen — wurde von dem Vertreter des Kriegsministers, dem General Chevalier, vorgenommen, der als Techniker und engerer Landsmann Laussedats für diese Mission besonders berufen erschien. Er war von einer zahlreichen Schar illustrer Festgäste umgeben, unter denen man viele zu hervorragenden Stellungen gelangte ehemalige Schüler des Obersten bemerkte. Auch befanden sich unter den Familienmitgliedern neben der Witwe und dem Sohne mehrere Enkel und Urenkel Laussedats. Eröffnet wurde die Feier durch die Klänge der Marseillaise und als dieselben unter tosendem Beifalle verrauscht waren, begann der Reigen der offiziellen Reden, von denen wir die markantesten Stellen im Originaltexte anführen wollen:

Tissier, der Präsident des Denkmalkomitees, sagte unter anderem:

Aujourd'hui nous voulons glorifier un des meilleurs enfants de notre cité, un soldat de cette armée scientifique qui a contribué dans une large part à rendre incontesté le prestige de la France.

Quelques hommes de bonne volonté ont pensé qu'élever dans sa ville natale un monument au colonel Laussedat était faire oeuvre utile: un comité s'est formé à Moulins, et, si je n'ai pas cru pouvoir en décliner la présidence, c'est que l'amitié, dont voulut bien m'honorer ce grand citoyen, m'imposait un devoir.

A notre initiative, un comité a été constitué à Paris; la réunion des hommes illustres qui le composent était une garantie de réussite. Les souscriptions ont été recueillies et nos premiers remerciements doivent aller à tous nos collaborateurs, à tous les souscripteurs, quelle que soit la quotité de l'offrande; nous devons toutefois une mention spéciale à notre municipalité pour sa large contribution complétée par la prise en charge des frais de cette cérémonie. Nous remercions l'Etat de la subvention promise et l'Association des anciens élèves du lycée Banville de son généreux apport.

Bérand, der Bürgermeister der Stadt Moulins, führte aus:

Au nom de la ville Moulins et du conseil municipal, je reçois ce beau monument. Sur son socle repose l'oeuvre d'un éminent artiste, l'un des maîtres de la sculpture moderne, secondé par un architecte habile, notre concitoyen, qui s'est acquitté de sa mission avec la plus parfaite compétence.

Ce bronze, qui reproduit si fidèlement la mâle figure d'Aimé Laussedat, rappellera aux générations futures que ce patriote clairvoyant fut à la fois un bon ouvrier de la science et un bon Français!

Der Delegierte der Pariser Akademie der Wissenschaften, der berühmte Gelehrte Tisserand, sagte:

Fidèle à la belle devise gravée par Roty sur la médaille qui lui a été décernée en 1898: „*Tout à la science, pour son pays!*“ Laussedat n'a tiré aucun

avantage de ses découvertes, mais il a eu la suprême satisfaction qui n'est pas toujours la récompense des chercheurs et des inventeurs; il a [illegible] le bonheur de voir ses méthodes appréciées et appliquées partout: en Allemagne, en Italie, en Espagne, en Suisse, au Canada, aux Etats-Unis, en Russie, en Autriche, au Japon; partout on lui a rendu hommage, comme étant le véritable et unique auteur de la métrophotographie.

La Société française de photographie, en témoignage des éminents services qu'il a rendus à la photographie et des progrès dont il a été l'initiateur, a donné son nom à l'une de ses sections, et a frappé à l'effigie de Laussedat l'une des médailles qu'elle distribue à ses lauréats.

Le colonel Laussedat a pu assister ainsi au triomphe de sa métrophotographie, proclamée sans rivale pour l'obtention facile des plans et reliefs les plus difficiles à relever dans tous les sites, dans l'Alaska aussi bien que dans les Vosges, au Transbaïkal comme dans les Pyrénées et dans les plaines de Seine-et-Oise.

Laussedat, messieurs, avait une âme de savant et de patriote; il est une des gloires de ce département si riche en hommes éminents. Ce monument perpétuera à tout jamais le souvenir de celui qui fut un modèle de vertu familiale, et qui, dans le prodigieux labeur qu'il a fourni pendant soixante-dix ans, n'a jamais eu d'autre idéal que la Science et la Patrie.

Bouquet, der Direktor des Conservatoire des arts et métiers:

Son activité du Conservatoire nous faisait oublier son âge comme il l'oubliait lui-même, et au moment où la mort l'a frappé, il se préparait à traiter, dans une de nos conférences du dimanche, un sujet auquel il s'était particulièrement consacré: le lever des plans par la photographie et les progrès de la métrophotographie.

Le gouvernement de la République a pensé que la mémoire du colonel Laussedat devait être perpétuée, non seulement dans son pays natal, mais aussi dans l'établissement qu'il aimait et qu'il personnifia pendant si longtemps. Prochainement son buste, commandé par l'administration des Beaux-Arts, sera placé dans la salle d'honneur de notre musée industriel, à côté de ceux des savants qui, comme lui, illustrèrent notre maison.

Der frühere Präsident der französischen Kammer, Paul Doumer, sagte in seiner glänzenden Rede:

Laussedat avait le caractère du vrai soldat, attaché à son devoir. Il avait accepté la noble servitude militaire, qui veut que pas un geste, pas une parole, pas un acte ne soit inspiré par d'autre sentiment que l'ardent désir de servir son pays. Et, pour le service de son pays, dédaigneux des compromissions et des intrigues, Laussedat alla tout droit sa route.

Les ouvriers de l'heure présente, cette héroïque floraison de [illegible] qui s'élancent à l'envi dans les champs de l'air, et avec quel [illegible], ne doivent pas faire oublier ceux de la première heure, les savants dont les travaux ont permis la construction de ces instruments légers et puissants qui sont aujourd'hui notre orgueil.

Und zum Schlusse gab der Vertreter des Kriegsministeriums General Chevalier ein Bild seiner militärischen Laufbahn:

Avec une inlassable activité, il a créé de toutes pièces un service de télégraphie optique et de poste aérienne à l'aide de pigeons voyageurs. Il réorganise l'établissement aérostatique de Chalais, devenu si célèbre depuis lors, et y appelle Charles Renard pour constituer nos parcs de ballons; il n'hésite pas à exposer sa vie en s'élevant dans les airs avec de mauvais ballons et en 1875, au cours de l'une de ces ascensions, il fait une chute terrible dans laquelle il se fracture la jambe. C'est peu de temps avant, le 11 novembre 1874, qu'il avait été promu au grade de colonel.

Que dirait-il aujourd'hui, cet ancien et si distingué président de la commission des communications par voies aériennes, s'il pouvait admirer les merveilles de la télégraphie sans fil qui, grâce aux travaux de savants officiers du génie, relie la Tour Eiffel aux grandes places fortes des frontières et à nos lointaines possessions de l'Afrique? Que dirait-il s'il voyait évoluer dans les airs de puissants dirigeables et toute la flottille des légers aéroplanes conduits par de hardis pilotes, trop souvent hélas! victimes de leur ardeur, qui vont partout, promenant les „grands oiseaux de France?"

Alle Reden und insbesondere jene des Generals Chevalier fanden den lebhaften Beifall der an dem feierlichen Akte teilnehmenden patriotisch begeisterten Volksmenge, welche lange noch, nachdem sich die offiziellen Persönlichkeiten entfernt hatten, bewundernd vor der prachtvollen Schöpfung der Herren Moreau und Sicard ausharrte.

Um 7 Uhr vereinigte eine Festtafel die Mitglieder der beiden Komitees und ihre Gäste. Nach einigen einleitenden Worten brachte der Präsident des lokalen Komitees, Herr Tissier, ein Schreiben der Sektion „Österreich" der Internationalen Photogrammetrischen Gesellschaft zur Verlesung, das wir nachstehend im Wortlaute wiedergeben:

Au très honorable comité
pour élever
un monument au colonel Laussedat
à Moulins
France. Allier.

Regrettant infiniment de ne pouvoir assister à l'inauguration du monument élevé à Moulins à la mémoire du colonel Laussedat, cet illustre savant français, dont la mémoire ne s'effacera jamais de l'esprit des géodésiens du monde entier, qui lui doivent la transformation ingénieuse d'un simple appareil photographique en un instrument de mesure, je félicite les compatriotes du grand savant qui ont si justement apprécié l'oeuvre de sa vie:

l'idée d'utiliser les images enregistrées
par des plaques photographiques;

je félicite les comités de Paris et de Moulins qui ont réussi à atteindre leur but glorieux dans un temps relativement si court.

Moulins est en fête aujourd'hui et un monument superbe démontrera à la postérité que la mémoire de Laussedat est restée chère à tous ceux qui ont connu son amour désintéressé de la science, à tous ceux qui l'ont vu à l'oeuvre comme officier du génie, ingénieur militaire, professeur, directeur, illustre propagateur de la métrophotographie.

Je voudrais faire observer que l'Autriche aussi a élevé un monument à la mémoire de Laussedat, car je crois qu'on peut très bien appeler ainsi la fondation de la „Société internationale de Photogrammétrie à Vienne" en 1907 et sa publication périodique: l'Archive internationale de Photogrammétrie.

Laussedat a voué toute sa vie au développement des méthodes photogrammétriques, il a poursuivi ses recherches sans défaillance malgré tous les obstacles qui se trouvèrent dans sa route, il a conservé une activité de jeune homme jusqu'à l'âge de 88 ans.

C'est donc aussi un monument élevé à la mémoire de l'illustre savant si l'on poursuit courageusement les chemins qu'il a montrés, si l'on propage l'invention géniale qui est indissolublement liée à son nom.

Recevez, messieurs, encore une fois mes félicitations sincères à l'égard du beau succès dont vos efforts ont été couronnés.

Vienne, le 12 octobre 1911.

Prof. Edouard Doležal,
président
de la „Société internationale de Photogrammétrie"
et
de le Section „Autriche"
à Vienne.

Herr Tissier dankte dann noch in äußerst wirkungsvollen Worten allen erschienenen Festgästen und leerte sein Glas auf die Größe und Integrität Frankreichs. General Chevalier toastierte auf den Präsidenten der französischen Republik, dankte dem lokalen Komitee und insbesondere seinem alten Freunde Tissier für ihre Mühewaltung und beglückwünschte die Gemeindevertretung zu dem Erfolg des heutigen Tages.

Hierauf wurde eine Zuschrift des Präsidenten des Pariser Komitees, des Generals Laurent, verlesen, in welcher dieser auch dem Wunsche Ausdruck verleiht, die tiefgebeugte Witwe Laussedats möge in der allgemeinen Teilnahme, welche dem patriotischen und wissenschaftlich schöpferischen Lebenswerke ihres Mannes so reichlich zuteil werde, lindernden Trost in ihrem noch immer nagenden Trennungsschmerze finden.

Herr Chaumat gedachte in äußerst schmeichelhafter Weise der genialen Schöpfer des Denkmals; der Sohn des Gefeierten, Dr. Laussedat, kündigte an, daß er die Bibliothek seines Vaters der Stadt Moulins zu schenken beabsichtige und trank schließlich auf das Wohl der Stadt Moulins und aller ihrer Kinder.

Erhebend, wie es begonnen, klang das schöne Fest auch aus und wird das stolze Denkmal, welches sich in memoriam des französischen Ingenieurs erhebt, alle Techniker mit der frohen Zuversicht erfüllen, daß ihre Bedeutung als Bahnbrecher der modernen Kultur immer allgemeiner zur Anerkennung gelangt.

## Studie zur Fuchsschen Theorie der Stereophotogrammetrie.

Von Ing. Erich Liebitzky in Prag.

Dr. Pulfrich hat die prinzipielle Forderung aufgestellt, daß nur jene Platten zur Ausmessung am Stereokomparator zugelassen werden sollen, die sich bei der photographischen Aufnahme in einer und derselben Ebene befanden, da nur unter dieser Bedingung ein unverzerrtes Raumbild entsteht und die Berechnung der Raumkoordinaten aus den Komparatordaten einfach ist [1]. Allein die Praxis der Stereophotogrammetrie lehrte bald, daß es nicht immer möglich ist, diese Forderung zu erfüllen und daß die Stereophotogrammetrie sehr an praktischer Bedeutung verlieren würde, wenn sie nur an diese Bedingung gebunden wäre.

Dieser Umstand führte zur Aufstellung der Theorie der drei typischen Fälle von Prof. Fuchs, dessen Untersuchungen General A. v. Hübl in den „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes" publiziert hat [2]. Fuchs unterscheidet bekanntlich folgende drei typische Fälle:

*A.* Den Normalfall, wenn die beiden Kameraachsen untereinander parallel und senkrecht zur Standlinie sind. Die beiden Platten liegen dann — horizontale Kameraachsen vorausgesetzt — in einer Vertikalebene. Dieser Fall entspricht also vollkommen der prinzipiellen Forderung, von der eingangs die Rede war.

*B.* Den Fall der gleichmäßig verschwenkten Kameraachsen, wenn die beiden Kameraachsen zwar untereinander parallel, aber nicht mehr senkrecht zur Standlinie sind. Die Platten liegen dann in zwei zueinander parallelen Vertikalebenen.

*C.* Den allgemeinen Fall, wenn die Kameraachsen konvergieren, die Plattenebenen also nicht mehr zueinander parallel stehen.

Fuchs stellt für die einzelnen Fälle die Abstandsgleichungen auf und untersucht die „Flächen konstanter Parallaxe", beziehungsweise ihre Schnitte mit der Planebene, die „Kurven konstanter Parallaxe". Diese Flächen, die bei der Ermittlung von Punktserien mit Vorteil benützt werden können, sind für die einzelnen Fälle *A*, *B* und *C* ganz charakteristisch: parallel zur Basis verlaufende Vertikalebenen für den Fall *A*, gerade, durch die beiden

[1]) Dr. C. Pulfrich. Über neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereo-Komparator. IV. Grundzüge der Stereophotogrammetrie. Zeitschrift für Instrumentenkunde 1902. Berlin 1902.

[2]) A. Fr. v. Hübl. Beiträge zur Stereophotogrammetrie. Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes. XXIV. Bd., 1904. Wien 1905.

Standpunkte hindurchgehende Zylinderflächen parabolischen, respektive elliptischen Querschnittes für die Fälle *B*, respektive *C*.

Außer den Flächen konstanter Parallaxe gibt es — wie im vorliegenden Aufsatz gezeigt werden soll — noch Flächen anderer Art, welche für die einzelnen Fälle *B* und *C* ebenfalls typisch sind und überdies dadurch ein besonderes Interesse verdienen, als sie den geometrischen Zusammenhang der Fälle *B* und *C* mit dem Normalfall *A* in anschaulicher Weise beleuchten.

Prof. Fuchs schlägt den induktiven Weg vom Einfachen zum Komplizierten ein, indem er, vom Normalfall ausgehend, die Fälle *B* und *C* durch Einführung einer „supponierten Basis" auf den Normalfall zurückführt. Der Stamm *B* dieser supponierten Basis steht immer senkrecht zu einer — im folgenden z. B. stets zur rechten — Kameraachse und schließt mit der geodätischen Standlinie I — II den Winkel $\beta$ ein.

Denken wir uns außer den beiden Aufnahmen, welche in den beiden Standpunkten I und II tatsächlich ausgeführt werden noch zwei Aufnahmen, in den Endpunkten des Stammes der supponierten Basis bei normalgestellten Kameraachsen mit derselben photographischen Kamera vorgenommen, so gelangen wir zu einem idealen Normalfall, den wir den „Normalfall erster Art" nennen wollen. Irgendeinem Raumpunkte werden in den beiden betrachteten Fällen, dem wirklichen und dem idealen, im allgemeinen verschiedene stereophotogrammetrische Koordinaten — linke Bildabszisse und Horizontalparallaxe (die Ordinaten sind für die folgenden Untersuchungen irrelevant) — entsprechen. Es drängt sich nun von selbst die Frage auf, ob es denn nicht auch Punkte gibt, für welche beide Fälle die gleichen Komparatordaten liefern, für welche also beide Fälle gewissermaßen äquivalent sind; und wenn es solche gibt, welches geometrische Gesetz sie in den verschiedenen Fällen befolgen. Es wird sich im folgenden auf elementare Weise zeigen lassen, daß diese Punkte ganz bestimmte, für den jeweils vorliegenden Fall typische Flächen erfüllen, die wir der Kürze wegen die „Normalflächen erster Art" nennen wollen. „Erster Art" deswegen, weil wir beim Studium des Falles *B* noch auf „Normalflächen zweiter Art" stoßen werden, zu denen wir auf folgendem Wege gelangen können. Denken wir uns außer den beiden Aufnahmen, die in den Standpunkten I und II, den Endpunkten der geodätischen Standlinie von der Länge $B' = B \sec \beta$, mit der Kamera, deren Objektiväquivalentbrennweite $f$ ist, tatsächlich ausgeführt werden, in denselben Standpunkten zwei weitere Aufnahmen mit einer gedachten Kamera, deren Objektivbrennweite $f' = f \sec \beta$ ist, bei normalgestellten Kameraachsen ausgeführt, so bilden diese zwei gedachten Aufnahmen zusammen wieder einen idealen Normalfall, den wir zum Unterschiede von dem ersterwähnten den „Normalfall zweiter Art" und diejenigen Flächen, welche alle jene Punkte enthalten, denen in beiden Fällen — dem wirklichen und dem „Normalfall zweiter Art" — bei gleicher Distanz die gleichen Komparatordaten entsprechen, die „Normalflächen zweiter Art" nennen wollen.

Vorausgeschickt sei, daß in Übereinstimmung mit Prof. Fuchs immer horizontale Kameraachsen vorausgesetzt sind. Dies bedeutet keine Einschränkung der Allgemeinheit, sondern nur eine Vereinfachung der Dar-

stellung. Die gewonnenen Ergebnisse gelten dann, sinngemäß übertragen, auch für Kameraachsen von beliebiger Neigung.

1 a

## Der Fall der gleichmäßig verschwenkten Kameraachsen unter Zugrundelegung der einfach geknickten Basis.

Seien in Fig. 1, I und II die Standpunkte der beiden photographischen Aufnahmen, I $C_1$ und II $C_2$ die beiden zueinander parallelen Kameraachsen, $P_1$ und $P_2$ die beiden photographischen Platten, $\beta$ der Verschwenkungswinkel, $f$ die Bilddistanz, $B$ der Stamm, $M$ die Ausrückung der opponierten Basis, ferner $A$ der Horizontalabstand irgendeines Raumpunktes $P$ von der Basis $B$, $x_1$ und $x_2$ die dem Punkte $P$ entsprechende

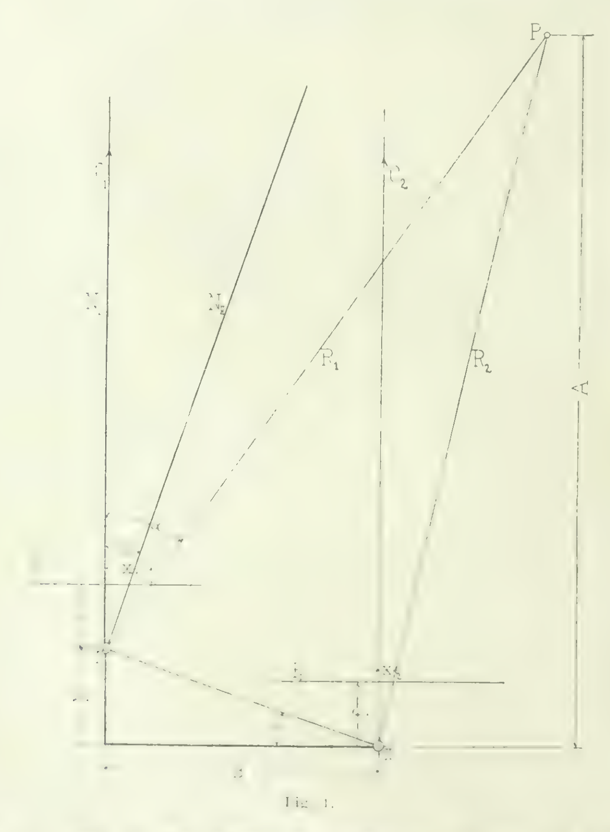



Fig. 1.

linke, respektive rechte Bildabszisse und schließlich $a$ die Horizontalparallaxe, welche definiert ist durch

$$a = (+x_1) - (\pm x_2) \tag{1}$$

dann ist nach Prof. Fuchs

$$A = \frac{Bf + Mx_1}{a} \tag{2}$$

Auf den ersten Blick ist zu ersehen, daß für $x_1 = O$ die Formel (2) zusammenschrumpft auf $A = \frac{Bf}{a}$, die Abstandsformel eines Normalfalles, für welchen $B$ die Basis ist. Dieser Normalfall ist aber identisch mit dem oben definierten „Normalfall erster Art" und $x_1 = O$ ist die Bestimmungsgleichung der „Normalfläche erster Art", welche im vorliegendem Falle also eine Ebene ist.

Wir haben daher den

Satz 1: Für den Fall der gleichmäßig verschwenkten Kameraachsen unter Zugrundelegung einer einfach geknickten Basis ist die Normalfläche erster Art eine durch die linke Kameraachse hindurchgehende Vertikalebene ($N_I$ in Fig. I).

Führt man $tg\beta = \frac{M}{B}$ und $tg\alpha = \frac{x_1}{f}$ (siehe Fig. 1) in Gleichung (2) ein, so erhält man

$$A = \frac{Bf}{a}(1 + tg\alpha . tg\beta) \tag{3}$$

Und für den speziellen Fall

$$\alpha = \beta$$

folgt

$$A = \frac{Bf}{a}(1 + tg^2\beta) = \frac{Bf}{a} sec^2\beta,$$

was auch in der Form

$$A = \frac{[B\,sec\,\beta] \,.\, [f\,sec\,\beta]}{a} \tag{4}$$

geschrieben werden kann.

Die Struktur der Gleichung (4) entspricht aber dem oben definierten „Normalfall zweiter Art".

Die Bestimmungsgleichung der „Normalfläche zweiter Art" ist gegeben in

$$\alpha = \beta$$

und berechtigt uns folgenden Satz auszusprechen.

Satz 2: Für den Fall der gleichmäßig verschwenkten Kameraachsen unter Zugrundelegung einer einfach geknickten Basis ist die Normalfläche zweiter Art eine durch den linken Standpunkt normal zur geodätischen Standlinie gelegte Vertikalebene. ($N_{II}$ in Fig. I)

1 b.

## Der Fall der gleichmäßig verschwenkten Kameraachsen unter Zugrundelegung der doppelt geknickten Basis.

In diesem Falle erhält Prof. Fuchs mit den Bezeichnungen der Fig. 2 die Abstandsgleichung

$$A = \frac{B f - M x}{a} \tag{5}$$

worin $x = \frac{x_1 + x_2}{2}$ die Bildabszisse einer gedachten photographischen Aufnahme ist, deren Standpunkt $o$ auf der Basis $B$ in der Mitte von $I_1$ und $II_2$ (siehe Fig. 2) liegt. Hier werden durch $x = \frac{x_1 + x_2}{2} = O$, oder, was dasselbe ist, durch

$$x_1 = - x_2 = \mathfrak{x} \tag{6}$$

zwei kongruente, gegensinnige Strahlenbüschel definiert, deren Erzeugnis bekanntlich eine durch die Zentren I und II hindurchgehende, gleichseitige Hyperbel ist. Durch Einsetzen der Gleichung (6) in (5) ergibt sich unter Berücksichtigung von (1)

$$A = \frac{B \cdot f}{2 \mathfrak{x}} \tag{7}$$

Führen wir ein rechtwinkliges Koordinatensystem ein, dessen Ursprung $O$ in den Mittelpunkt der geodätischen Standlinie fällt, und dessen Abszissen-($\xi$-)achse die supponierte Basis ist, so ist die Abszisse irgendeines Punktes der gesuchten Kurve zufolge der Bedingung $x = O$ dem Abstande der fiktiven Kamera von $O$ gleich; der letztere ist allgemein

$$d = \frac{M}{4} (tg\, \alpha_1 - tg\, \alpha_2) = \frac{M}{4 f} \cdot (x_1 - x_2),$$

unter Berücksichtigung von (6) daher

$$\xi = \frac{M \cdot \mathfrak{x}}{2 f} \tag{8}$$

Durch Multiplikation der Gleichungen (7) und (8) folgt

$$A \cdot \xi = \frac{B \cdot M}{4},$$

d. i. die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel.

Für den Scheitel ist

$$\xi_o = A_o = \sqrt{\frac{B \cdot M}{4}};$$

Die Halbachse

$$a = b = \xi_o \cdot \sqrt{2} = \sqrt{\frac{B \cdot M}{2}}$$

und die lineare Exzentrizität

$$e = a \cdot \sqrt{2} = \sqrt{B \cdot M}.$$

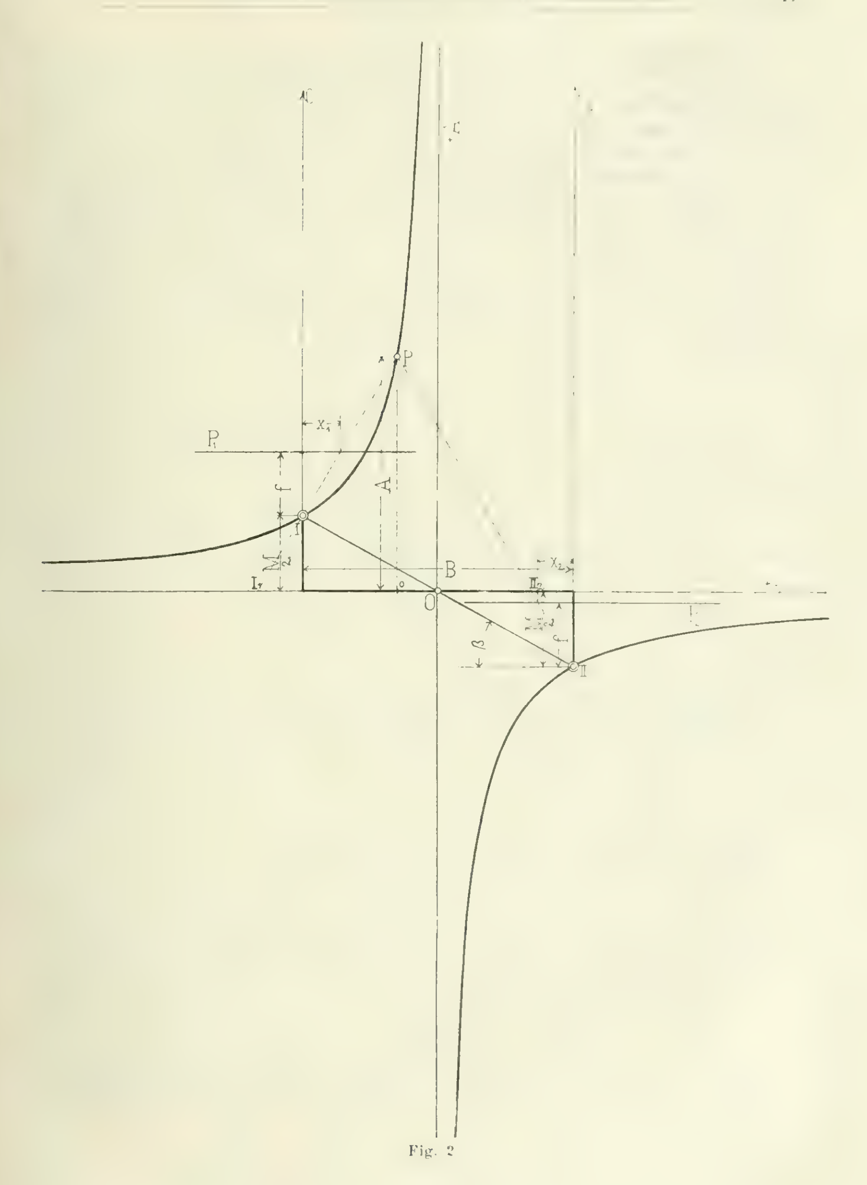



Fig. 2

Die gewonnenen Ergebnisse können wir formulieren zu dem

Satz 3: Für den Fall der gleichmäßig verschwenkten Kameraachsen unter Zugrundelegung einer doppelt geknickten Basis ist die „Normalfläche erster Art" eine durch die beiden Standpunkte hindurchgehende gerade Zylinderfläche; ihr Schnitt mit der Planebene ist eine gleichseitige Hyperbel, deren Mittelpunkt im Mittelpunkt der geodätischen Standlinie liegt, deren eine Asymptote die supponierte Basis und deren lineare Exzentrizität das geometrische Mittel zwischen dem Stamm $B$ und der Ausrückung $M$ der supponierten Basis ist.

Wenn in die Abstandsgleichung (5) der Verschwenkungswinkel $\beta$ und der Azimutwinkel $\alpha$, den ein vom fiktiven Kamerastandpunkt $o$ nach einem Raumpunkte $P$ führender Rayon $R$ mit der Achse der fiktiven Kamera einschließt, eingeführt werden, wobei die Beziehungen

$$\left.\begin{aligned} tg\,\beta &= \frac{M}{B} \\ tg\,\alpha &= \frac{tg\,\alpha_1 + tg\,\alpha_2}{2} = \frac{x_1 - x_2}{2f} = \frac{x}{f} \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

bestehen, so ergibt sich

$$A = \frac{B f}{a}(1 + tg\,\alpha \,.\, tg\,\beta) \qquad (11)$$

was ganz ebenso wie im vorigen Falle 1 a für den speziellen Wert

$$\alpha = \beta \qquad (12)$$

in

$$A = \frac{[B \sec\beta] \,.\, [f \sec\beta]}{a} \qquad (13)$$

übergeht.

Bezeichnet $X$ die Horizontaldistanz eines Raumpunktes $P$ von der linken Kameraachse, $A$ dessen Horizontalabstand vom Stamme der Basis $B$, so kann aus Fig. 3 die Beziehung

$$X = \left(A - \frac{M}{2}\right) . \frac{x_1}{f} \qquad (14)$$

abgelesen werden.

Mit Rücksicht auf (10) und (12) übergeht (13) in

$$A = \frac{B f \sec^2\beta}{2(x_1 - f\,tg\,\beta)} \qquad (15)$$

Nimmt man ein rechtwinkliges Achsenkreuz an, dessen Ursprung mit dem Mittelpunkt der geodätischen Standlinie I II und dessen $\xi$-Achse mit der $B$-Richtung zusammenfällt, dann ist

$$X = \xi + \frac{B}{2} \qquad (16)$$

Aus (15) und (16) ergibt sich mit Rücksicht auf (14) durch Elimination von $x_1$ nach entsprechender Reduktion als Gleichung des zu bestimmenden geometrischen Ortes

$$A(2\xi + B) f - 2 f\,tg\,\beta \left(A - \frac{M}{2}\right) A - B f \sec^2\beta \left(A - \frac{M}{2}\right) = 0 \qquad (17)$$

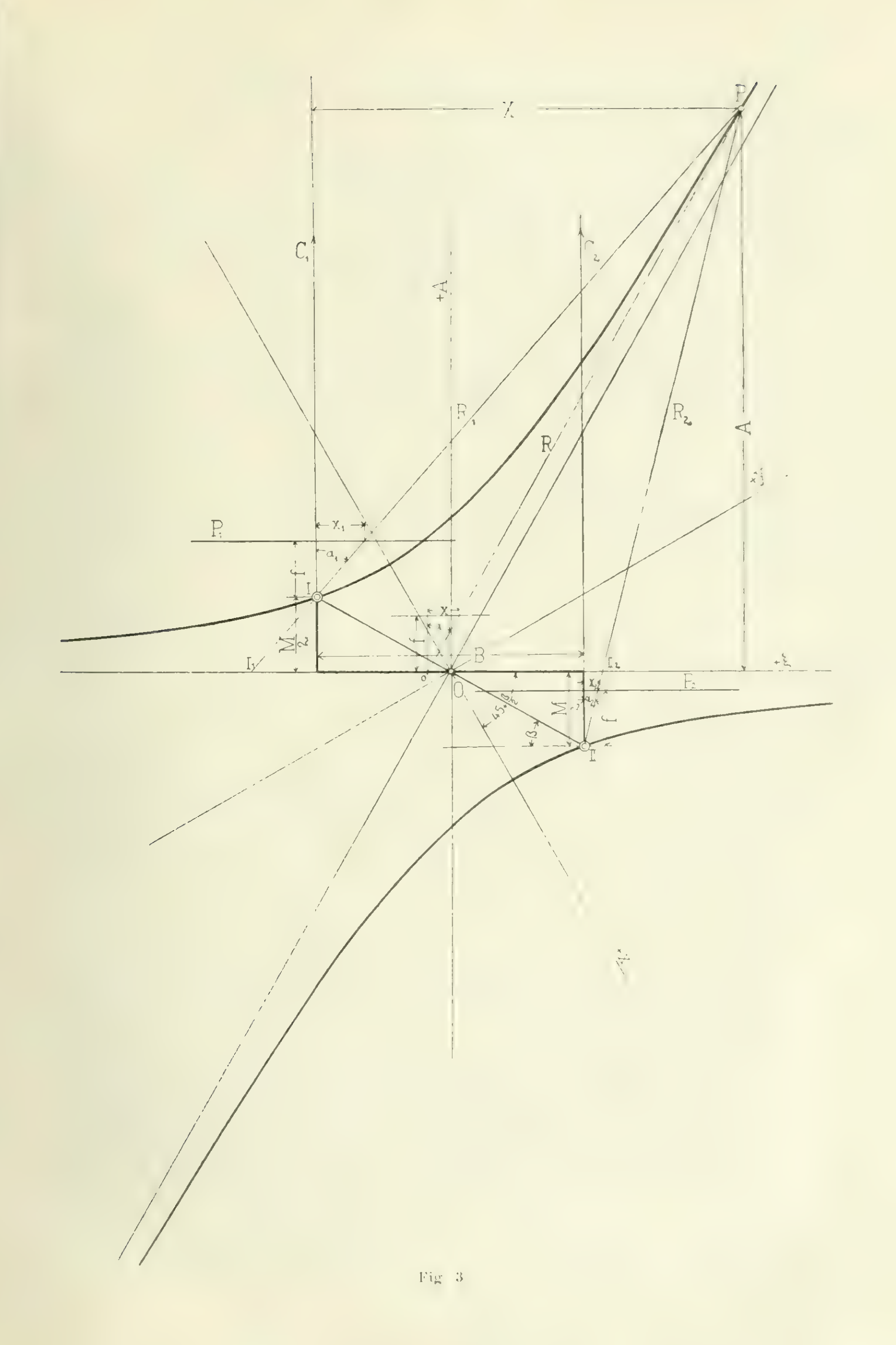



Fig. 3

Nehmen wir eine Verdrehung der Koordinatenachsen um den Winkel $45 - \frac{\beta}{2}$ vor, so gelten, wenn $x$, $y$ die Koordinaten des neuen Systems sind, die Transformationsgleichungen (siehe Fig. 3)

$$\left.\begin{aligned} A &= -x \cos\left(45 - \frac{\beta}{2}\right) + y \sin\left(45 - \frac{\beta}{2}\right) \\ \xi &= x \sin\left(45 - \frac{\beta}{2}\right) + y \cos\left(45 - \frac{\beta}{2}\right) \end{aligned}\right\} \quad (18)$$

nach deren Substitution in Gleichung (17), entsprechender Reduktion und Umformung, auf deren detaillierte Wiedergabe ich wohl verzichten kann, die Gleichung (17) schließlich in folgender Form erscheint:

$$\frac{x^2}{\frac{B \,.\, M \,.\, sec^2 \beta}{2\,(cos\,\beta + tg\,\beta\, sin\,\beta + tg\,\beta)}} - \frac{y^2}{\frac{B \,.\, M \,.\, sec^2 \beta}{2\,(cos\,\beta + tg\,\beta\, sin\,\beta - tg\,\beta)}} = 1 \quad (19)$$

Vorstehende Gleichung (19) ist aber die Mittelpunktsgleichung einer Hyperbel, deren Halbachsen

$$a = sec\,\beta \,.\, \sqrt{\frac{B \,.\, M}{2\,(cos\,\beta + tg\,\beta\, sin\,\beta + tg\,\beta)}}$$

$$b = sec\,\beta \,.\, \sqrt{\frac{B \,.\, M}{2\,(cos\,\beta + tg\,\beta\, sin\,\beta - tg\,\beta)}}$$

sind.

Der Winkel $\varphi$, den die Asymptoten der Hyperbel mit der $x$-Achse einschließen, berechnet sich mit

$$tg\,\varphi = \pm \frac{b}{a} = \pm \sqrt{\frac{cos\,\beta + tg\,\beta\, sin\,\beta + tg\,\beta}{cos\,\beta + tg\,\beta\, sin\,\beta - tg\,\beta}} = \pm \sqrt{\frac{cos^2\beta + sin^2\beta + sin\,\beta}{cos^2\beta + sin^2\beta - sin\,\beta}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{1 + sin\,\beta}{1 - sin\,\beta}} = \pm \sqrt{\frac{1 - cos\,(90 + \beta)}{1 + cos\,(90 + \beta)}} = \pm\, tg\,\frac{90 + \beta}{2} = \pm\, tg\left(45 + \frac{\beta}{2}\right)$$

oder

$$\varphi = \pm \left(45 + \frac{\beta}{2}\right)$$

Das heißt (vgl. Fig. 3): eine Asymptote fällt mit dem Stammstücke $B$ zusammen und die andere steht senkrecht zur geodätischen Standlinie. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist der

Satz 4: Die Normalfläche zweiter Art für den Fall der gleichmäßig verschwenkten Kameraachsen unter Zugrundelegung einer doppelt geknickten Basis ist eine gerade, durch die beiden Standpunkte I und II hindurchgehende Zylinderfläche. Ihr Schnitt mit der Planebene ist eine Hyperbel, deren Mittelpunkt der Mittelpunkt der Standlinie ist; das Stammstück $B$ und die Senkrechte zur Standlinie I II bilden die beiden Asymptoten dieser Hyperbel.

2.

## Der allgemeine Fall.

Es seien wieder unter Beibehaltung der Bezeichnungen von Prof. **Fuchs** in Fig. 4:

I und II die beiden Standpunkte, I $C_1$ und II $C_2$ die beiden konvergierenden Kameraachsen, $P_1$ und $P_2$ die beiden photographischen Platten,

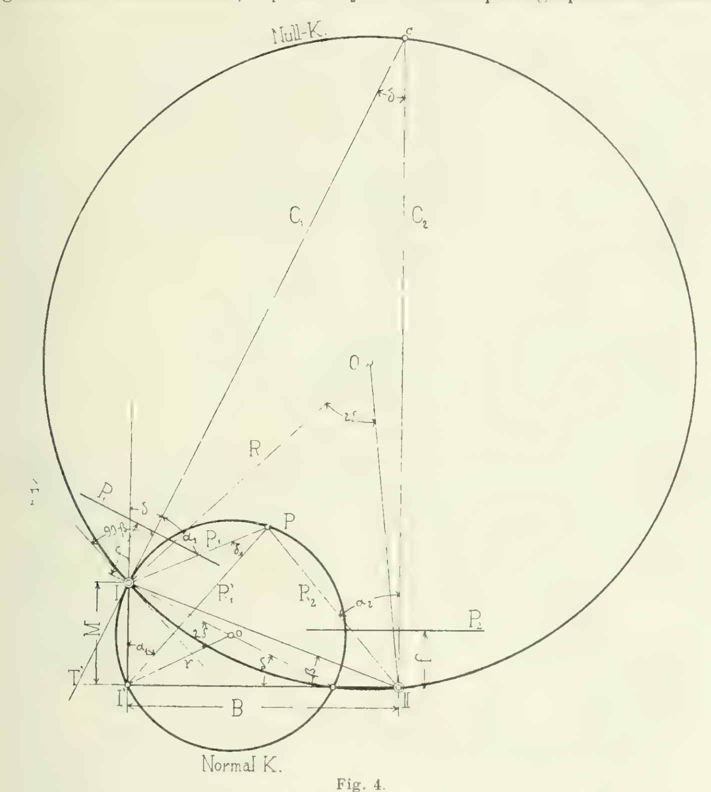



Fig. 4.

$B$ der Stamm, $M$ die Ausrückung der supponierten Basis, $\delta$ der Verschwenkungswinkel, $R_1$ und $R_2$ zwei einen Punkt bestimmende Rayons, welche mit den beiden Kameraachsen die Horizontalwinkel $\alpha_1$ und $\alpha_2$ bilden

Man kann hier denselben Weg einschlagen wie früher, indem man von den **Fuchs**schen Abstandsgleichungen ausgeht. Doch müssen diese Gleichungen zuerst umgeformt werden, bevor auf die Ermittlung des geometrischen Ortes eingegangen werden kann. Dieser Vorgang bietet prinzipiell keine

Schwierigkeiten; er ist ebenso elementar wie früher, nur etwas umständlicher. Da ich aber den Umfang dieses Aufsatzes nicht über den einer Zeitschrift angemessenen Rahmen ausdehnen möchte, so will ich auf den analytischen Vorgang verzichten, was ich mir um so eher erlauben darf, als sich in dem vorliegenden Falle durch bloße Benützung des geometrischen Schemas das gesuchte Ziel erreichen läßt.

Für die Punkte, deren geometrischer Ort zu bestimmen ist, soll der wirkliche Fall, für welchen I und II die beiden Aufnahmsstationen, I $C_1$ und II $C_2$ die Kameraachsen sind, äquivalent sein mit dem gedachten „Normalfall der ersten Art", für welchen I′ und II als Aufnahmsstationen, I′I und II $C_2$ als Kameraachsen zu gelten haben. Die photographische Aufnahme aus dem Standpunkt II ist für beide Fälle dieselbe, kommt also für die Ermittlung des geometrischen Ortes nicht in Betracht. Man sieht leicht ein, daß die beiden Fälle für jene Punkte $P$ äquivalent sind, für welche sich in den beiden Kamerastellungen I und I′ die gleichen Bildabszissen ergeben. Gleichen Bildabszissen entsprechen aber auch gleiche Azimutwinkel der Rayons $R_1$ und $R'_1$ gegen die betreffenden Kameraachsen. Zwei Rayons $R_1$ und $R'_1$, die mit den zugehörigen Kameraachsen gleiche Azimute bilden, schließen aber, wie man aus der Figur ersieht, den konstanten Winkel $\delta$ miteinander ein. Der gesuchte geometrische Ort ist daher ein Kreis über $\overline{\text{II}'}$ als Sehne, der „Normalkreis" (Fig. 4).

Für $\alpha_1 = O$ fällt der Schnittpunkt $P$ mit I zusammen; I ist daher ein Berührungspunkt und die Kameraachse I $C_1$ eine Tangente an den „Normalkreis".

Bekanntlich liegen die Punkte, deren Horizontalparallaxe gleich Null ist, auf einer Zylinderfläche, deren Schnitt mit der Planebene ebenfalls ein Kreis, der „Nullkreis", ist, welcher durch die beiden Standpunkte I, II und den Schnittpunkt $c$ der beiden Kameraachsen hindurchgeht.

Zwischen „Nullkreis" und „Normalkreis" bestehen interessante Beziehungen, auf die ich noch hinweisen möchte. Die Tangente $T$ an den Nullkreis in I schließt nach einem bekannten Satze aus der Planimetrie mit der Sehne I II den Winkel $\delta$ ein (Fig. 4) Die $T' \equiv$ I $C_1$ an den Normalkreis in demselben Punkte I schließt mit der Sehne II′ ebenfalls den Winkel $\delta$ ein. Da die beiden Sehnen I II und II′ miteinander den Winkel $90 - \beta$ bilden, so schließen auch die beiden Tangenten $T$ und $T'$ diesen Winkel miteinander ein.

Dreht sich die linke Kameraachse um den Standpunkt I, so bilden die den verschiedenen Lagen der Kameraachse entsprechenden Null-, beziehungsweise Normalkreise zwei Kreisbüschel, deren Chordalen I II, respektive I I′ sind. Je zwei zu derselben Stellung der linken Kameraachse gehörige Kreise schneiden sich immer unter dem Winkel $90 - \beta$, welchen Wert auch der Verschwenkungswinkel $\delta$ haben mag.

Aus der Figur ist noch ohne weiteres zu ersehen, daß das Verhältnis zwischen dem Halbmesser $R$ des Nullkreises und dem Halbmesser $r$ des zu derselben Kamerastellung gehörigen Normalkreises vom Verschwenkungswinkel $\delta$ ebenfalls unabhängig ist

Aus dem Dreiecke I II $O$ folgt:

$$R : B \, . \, sec \, \beta = cos \, \delta : sin \, 2 \, \delta \qquad (20)$$

Aus dem Dreiecke I I$'$ $o$ folgt:

$$r : B \, tg \, \beta = cos \, \delta : sin \, 2 \, \delta \qquad (21)$$

Aus den Gleichungen (20) und (21) geht

$$R : r = sec \, \beta : tg \, \beta = 1 : sin \, \beta \qquad (22)$$

hervor.

Zusammenfassend ergibt sich der

Satz 5: Für den allgemeinen Fall der konvergierenden Kameraachsen ist die Normalfläche der ersten Art ein gerader, durch den Standpunkt I und den Basisknickungspunkt I$'$ hindurchgehender, die linke Kameraachse berührender Kreiszylinder, welcher den Nullkreiszylinder unter einem vom Verschwenkungswinkel $\delta$ unabhängigen Winkel schneidet, der dem Komplement des Basiswinkels $\beta$ gleichkommt. Das Verhältnis des Halbmessers des Normalkreises zu jenem des Nullkreises ist ebenfalls von $\delta$ unabhängig und gleich $sin \, \beta$.

## Beispiel einer stereophotogrammetrischen Geländeaufnahme aus der Praxis.

Von Dipl.-Ing. H. Lüscher in Eregli (asiatische Türkei).

Das bereits vor etwa drei Jahren zuerst in Österreich für Eisenbahnvorarbeiten in Anwendung gebrachte Meßverfahren der Stereophotogrammetrie hat auch nunmehr in deutschen Bauunternehmungen Eingang gefunden. Als erste deutsche Baufirma hat die „Gesellschaft für den Bau von Eisenbahnen in der Türkei" unter der technischen Leitung des Herrn Regierungs- u. Baurates Dr. Ing. Riese sich dazu entschlossen, auf stereophotogrammetrischem Wege einen Teil der Bagdadbahnvorarbeiten in dem außerordentlich unwegsamen, von wilden Schluchten durchsetzten silizischen Taurus vorzunehmen und mich im Mai 1910 mit der Ausführung dieser Arbeiten betraut. An Apparaten standen mir durch die Firma zur Verfügung: ein Zeissscher Phototheodolith 9 × 12 *cm* mit Mikroskopablesung nebst drei Stativen und horizontaler Meßlatte; zwei Stereokomparatoren 9 × 12 *cm*; zwei kleine und eine große Zeichenvorrichtung nach Dr. Pulfrich; endlich die notwendigen Rekognoszierungsinstrumente, bestehend aus: Distanztelemeter, Ikonometer mit Meßtischchen etc.

Als ich meine Tätigkeit hier begann, handelte es sich zunächst darum an Hand eines bereits tachymetrisch vermessenen Geländestückes festzustellen, wie weit eine stereophotogrammetrische Geländeaufnahme mit dem früher auf tachymetrischem Wege erhaltenen Vergleichsplan im Einklang steht. Anderseits sollte diese Aufnahme zugleich einen brauchbaren Lageplan 1 : 500 für später an dieser Stelle zu errichtende Kunstbauten abgeben.

Es sei mir gestattet, zunächst dieses Beispiel aus der Praxis an Hand der beigefügten Pläne etwas eingehender zu erläutern, um dann vielleicht

in einer späteren Abhandlung auf meine weiteren Arbeiten und die dabei gesammelten Erfahrungen ausführlich sprechen zu kommen.

Die Aufnahme stellt eine schwer gangbare Felspartie bei Ak-Köprü, Kilometer 275 der Bagdadbahn dar. Das Aufnahmegelände selbst war für stereophotogrammetrische Zwecke infolge seines geringen Pflanzenwuchses und guten Einsehbarkeit recht geeignet, während das Standliniengebiet, das sich ziemlich steil am gegenüberliegenden Ufer des Tschakyt erhebt, wegen der kurzen mittleren Entfernungen vom Aufnahmegelände von rund 150 *m* eine verhältnismäßig geringe Breitenerstreckung des letzteren von einem Standpunkt aus bestreichen ließ, so daß zu der etwa 600 *m* langen Strecke 5 Einzelaufnahmen benötigt wurden.

Die Feldarbeit, die in die Rekognoszierungsarbeiten und die eigentliche Aufnahme zerfällt, wurde wie folgt vorgenommen:

Zunächst mußte eine Rekognoszierung des für die Standlinien in Frage kommenden Terrains, die Lage der einzelnen Stationen unter Berücksichtigung eines guten Aneinanderschlusses der einzelnen Aufnahmen, sowie eines guten Einblickes in das Aufnahmegelände ergeben. Es sei hier gleich ausdrücklich darauf hingewiesen, daß diesen Rekognoszierungsarbeiten die größte Bedeutung beizulegen ist, denn von ihnen hängt in erster Linie die Brauchbarkeit der Bilder für die Komparatorausmessung, sowie die spätere Vereinigung zu einem Plane ab. Man darf also nicht die Mühe scheuen, möglichst viel exponierte Punkte zu ersteigen, um diejenigen ausfindig zu machen, die den besten Einblick in das Aufnahmeterrain gestatten, so daß keine Teile durch andere davorliegende verdeckt sind, und die ferner das Legen einer dem Anschluß an die vorhergehende Station entsprechenden Basis senkrecht zur optischen Achse des Aufnahmeobjektives zulassen. Gleichzeitig merke man sich die Art der Beleuchtung und ermittle sich am einfachsten mit der Taschenuhr den Zeitpunkt des günstigsten Sonnenstandes. Starke Schlagschatten suche man möglichst zu vermeiden, denn abgesehen davon, daß ein gleichmäßiges Durchexponieren tiefer Schatten und von der Sonne grell beleuchteter Stellen immer schwierig ist, ergeben ihre Ränder, da die Aufnahmen nicht gleichzeitig, sondern nacheinander erfolgen, bei der Betrachtung im Komparator leicht Störungen im stereoskopischen Sehen. Auch Aufnahmen direkt gegen das Licht umgeht man nach Möglichkeit. Die richtige Wahl der Standpunkte wird immer eine längere praktische Erfahrung, einen gewissen „Blick", wie er etwa dem erfahrenen Trassierungsingenieur bei der Beurteilung des Geländes zur günstigsten Führung einer Linie eigen ist, voraussetzen.

Zur Feststellung des von einem Stand übersehbaren Geländestreifens und zur Erzielung eines guten Anschlusses an die vorhergehende Aufnahme benutzte ich ein einfaches Ikonometer, ein Instrumentchen, bestehend aus einem der Plattengröße entsprechenden Rahmen und einem im Abstand der Objektivbrennweite des Phototheodolits befindlichen Diopter, das genau die Bildbegrenzung des überblickten Objektraumes angibt. Um ein gutes Übereinandergreifen der Einzelaufnahmen zu erzielen, ist zu berücksichtigen, daß jede der beiden Stereoaufnahmen an den Seitenrändern immer einen

Geländestreifen von der Breite der Standlinie gegenüber der anderen vermissen läßt, d. h. das linke Bild wird am linken Rande noch einen Geländestreifen von der Basisbreite zeigen, der auf der rechten Aufnahme nicht mehr zur Abbildung gelangt ist, während diese aber ihrerseits noch rechts einen dem linken Bild fehlenden Teil von gleicher Breite aufweist. Man muß also dafür Sorge tragen, daß bei zwei aufeinanderfolgenden Stationen (unter „Station" verstehe ich die Gesamtheit einer Stereoaufnahme, also beide Standpunkte) immer das Bild des linken Standpunktes der einen das des rechten Standpunktes der anderen Station an den Anschlußrändern noch etwas übergreift.

Die Länge der Standlinie hängt bekanntlich von der Entfernung des Aufnahmegeländes, der Brennweite des photographischen Objektives, der Genauigkeit der Parallaxenablesung am Komparator, respektive dem geforderten Genauigkeitsgrad des Planes ab.

Wenn man die Abstandsgleichung $A = \frac{B \cdot f}{a}$ differenziert und etwas umformt, so erhält man für die jeweils zu wählende Basislänge folgende Formel.

$$B = \frac{A^2 \cdot d_a}{f \cdot d A},$$

worin $A$ die Entfernung, $d A$ den zulässigen Fehler der Entfernungsmessung, $d a$ den kleinsten ablesbaren Parallaxenwert und $f$ die Aufnahmebrennweite bedeutet. Es ergibt sich also beispielsweise bei einem gewünschten Genauigkeitsgrad $\frac{d A}{A} = \frac{1}{1000}$ für die Werte $E = 200\,m$, $f = 120\,mm$ und $d a = \frac{1}{100}\,mm$, eine Basislänge $B = \frac{200^2 \cdot 1000}{120 \cdot 0{\cdot}2 \cdot 100} = 16{\cdot}67\,m$.

Man wird sich nun nicht jedesmal diesen Wert ausrechnen, sondern setzt einfach für eine Objektivbrennweite von etwa 12 *cm* und den für Eisenbahnvorarbeiten ausreichenden Genauigkeitsgrad von $\frac{1}{1000}$ für je 100 *m* eine Standlinienlänge von 8 *m*, so daß man beispielsweise bei einer Entfernung des Aufnahmeterrains von 500 *m* in unserem Falle rund $5 \cdot 8 = 40\,m$ Basis zu nehmen hätten. Diese theoretische Standlinienlänge wird man nur selten in der Praxis einhalten können, denn die Beschaffenheit des Aufnahmegeländes wird meist in der Wahl nur wenig freie Hand lassen. Man kann sich zufrieden geben, die Basislänge auf etwa 20% genau zu erhalten. Die Entfernung des Aufnahmegeländes vom Standpunkt, deren Kenntnis zur Beurteilung der Basislänge erforderlich ist, wurde mit einem 8mal vergrößernden stereoskopischen Distanzmesser der Firma Zeiss von 50 *cm* Basis freihändig ermittelt.

Die einzelnen Standpunkte wurden sodann noch zur bequemen Aufstellung des Phototheodolits etwas präpariert, die rechten und linken Standpunkte durch einen kleinen Weg verbunden, um ohne Gefahr des Stürzens das Instrument rasch von einem auf das andere Stativ befördern zu können, und kleine Visurfreihiebe vorgenommen.

Da in dem aufzunehmenden Terrain die Bahnlinie bereits abgesteckt war, so hielt ich es für angebracht, einzelne Piquetpunkte durch Signale zu bezeichnen, um mit Hilfe dieser die Lage der einzelnen Stationen festzulegen, anderseits aber sollten sie mitphotographiert auf dem Bilde die Lage der Trasse sofort erkennen lassen.

Zur Signalisierung dieser Punkte verwendete ich damals weiß gestrichene Holzkreuze in „T"-Form, etwa 1·20 *m* hoch und 1 *m* breit, aus 15 *cm* breiten Brettern zusammengenagelt. Da diese Art Signale aber, um noch auf größere Entfernungen erkennbar zu sein, sehr große Dimensionen



Fig. 1.

und Gewicht annehmen und ferner keine gute Einstellung der Kreismarke des Phototheodolitfernrohres gestatten, so habe ich diese Kreuze jetzt durch ein quadratisches Signal von 0·7 *m* Seitenlänge ersetzt, in dessen Mitte sich ein vertikaler Keil befindet, wie er schon von Dr. Pulfrich für die Einstellung der Kreismarke bei den auf die Phototheodolitstative aufsetzbaren Visierscheiben verwendet wurde (Fig. 1). Der die quadratische Signalfläche umgebende leichte Holzrahmen ist auf der einen Seite mit weißem, auf der anderen mit rotem Stoff bespannt, während der Keil rot, respektive weiß aufgesetzt ist, so daß man jederzeit je nach Beschaffenheit des Untergrundes ein gutes Abheben des Signals erzielen kann. Die Aufstellung der auf einen gewöhnlichen Visierstab mit einem Klemmring befestigten Signale geschieht mittels sogenannter „Spinnen", eventuell ist noch bei stärkerem Wind eine Seilverstrebung anzubringen. Die fabriksmäßige Herstellung ähnlicher schirm-

artig zusammenklappbarer Signale ist bereits angebahnt. Die Größe der Signalfläche ist so bemessen, daß diese mit bloßem Auge auf etwa 700 *m* Entfernung, im Komparator dagegen unter Voraussetzung einer 6fachen Vergrößerung und Aufnahmebrennweite von etwa $^1/_2$ deutliche Sehweite noch auf fast 2 *km* wahrnehmbar sind.

Im Zusammenhang hiermit sei noch erwähnt, daß die später noch im Komparator mögliche Auflösbarkeit der Geländedetails sich unter obengenannten Voraussetzungen (6fache Komparatorvergrößerung und Brennweite des Aufnahmeobjektives von etwa 125 *mm*) am einfachsten durch ein 3fach vergrößerndes Fernglas beurteilen läßt, wobei von einer angulären Sehschärfe von 1′ ausgegangen ist. Alle damit noch unterscheidbaren Geländedetails werden auch später im Komparator auflösbar sein, vorausgesetzt natürlich eine sachgemäße photographische Aufnahme unter Verwendung lichthoffreier, orthochromatischer Platten von feinstem Korn.

Die Aufnahme selbst, die ich immer vollkommen getrennt von den Rekognoszierungsarbeiten vorzunehmen empfehle, erfolgte in der bekannten Weise in Normalstellung (Platten in einer Vertikalebene). Ich will hierzu nur bemerken, daß man, um starke Änderungen in der Beleuchtung der beiden Teilaufnahmen zu vermeiden, die Exposition der letzteren möglichst rasch hintereinander erfolgen lassen wird. Die Reihenfolge der einzelnen Operationen wird also zweckmäßig kurz folgende sein:

Linker Standpunkt, Winkelmessungen, Einschieben der Kassette, Visurkontrolle, Exposition nochmalige Visurkontrolle, um sich zu vergewissern, ob während der Exposition keine Verrückung des Instrumentes stattgefunden.

Rechter Standpunkt: Beschicken der Kamera mit der Kassette, Visurkontrolle, Exponieren, Visurkontrolle, Basismessung.

An obenerwähnten Winkelmessungen kommen außer dem oft nötigen Einschneiden des linken Standpunktes noch die Festlegung der Aufnahmerichtung, respektive Basisrichtung in Frage. Man kann dies durch Fixierung der Richtung nach dem rechten Stativ erreichen, es empfiehlt sich jedoch diese Messung nur als Kontrolle dienen zu lassen und die Festlegung der optischen Achse, der größeren Zielweite und dadurch bedingten größeren Einstellungsgenauigkeit wegen, durch die Richtung nach einem innerhalb des Bildwinkels liegenden, bekannten oder charakteristischen, im Komparator leicht auffindbaren Punkte vorzunehmen. Schließlich verdienen noch Höhen- und Horizontalwinkelmessungen nach etwa mitphotographierten Signalen, die das Auffinden der letzteren im Stereokomparator erleichtern sollen, besonderer Erwähnung.

Wenn auch bei unserem Beispiel eine trigonometrische Einbindung der Standpunkte nicht mehr nötig war, da auf jeder Aufnahme genügend bekannte Punkte (zum mindesten 2) mit abgebildet waren — man hätte sich sogar die Messung der Basislängen sparen und sie später aus den abgebildeten, bekannten Punktentfernungen rechnerisch mit ausreichender Genauigkeit ableiten können — so habe ich hier doch noch nachträglich im Interesse einer genauen Kontrolle die einzelnen Standpunkte trigonometrisch eingemessen und ihre Höhen durch ein Nivellement ermittelt.

Auf jedem Standpunkte wurde immer nur 1 Platte exponiert. Um über den Ausfall des photographischen Negatives immer gleich orientiert zu sein, und anderseits eine eventuell notwendige Wiederholung leicht bewerkstelligen zu können, habe ich die Platten noch am Tag der Aufnahme abends im Zeltlager entwickelt. Ich bin auch bei meinen weiteren Arbeiten bei der direkten Entwicklung im Felde geblieben, da ja eine photographische Aufnahme von soviel Zufälligkeiten abhängt, daß selbst der geübteste Photograph nie eine bedingungslose Garantie über den brauchbaren Ausfall des Negatives übernehmen kann. Aus diesem Grunde exponiere ich auch immer, um sicherer zu gehen, bei schwer erreichbaren Stationen auf jedem Standpunkte 2 Platten.

Als Plattenmaterial benutzte ich orthochromatische, lichthoffreie, photomechanische Platten auf Spiegelglas von einer bekannten Frankfurter Trockenplattenfabrik, die außerordentlich gute Ergebnisse lieferten. Leider wiesen spätere Lieferungen ein Nachlassen in der Qualität auf und auch eine Reihe anderer Fabrikate konnte nicht vollauf befriedigen, besonders was die Haltbarkeit unter den hiesigen klimatischen Verhältnissen anbelangte. Zur Zeit sind noch Verhandlungen mit mehreren Trockenplattenfabriken im Gange zwecks Herstellung einer besonders geeigneten Spezialplatte.

In Anbetracht der hier herrschenden hohen Temparaturen muß auch der Entwicklerzusammensetzung besondere Beachtung geschenkt werden. Ich gebe hier ein Rezept der Gebr. Lumière (vgl. „Photographische Mitteilungen" 1911, Heft 6), das ich als sehr brauchbar gefunden habe:

| | |
|---|---|
| Amidol . . . . . . . . . . . . | 5 *g* |
| Natriumsulfit (wasserfrei) . . . | 30 *g* |
| Ammoniumsulfat (krist.) . . . . | 250 *g* |
| Bromkali . . . . . . . . . . . | 3 *g* |
| Wasser . . . . . . . . . . . | 1000 *g* |

An Stelle von 250 *g* Ammoniumsulfat können auch 150 *g* wasserfreies Natriumsulfat treten. Dieser Entwickler liefert bei Temparaturen bis 40° C ausgezeichnete, schleierfreie Negative, wenn man auch die allen Amidollösungen eigene geringe Haltbarkeit mit in Kauf nehmen muß.

Alle nunmehr folgenden Operationen werden unabhängig vom Ort der Aufnahme im geschützten Zimmer vorgenommen. Die Zimmerarbeit, die in unserem Falle in einem besonders dafür eingerichteten Bureau in Eregli erfolgte, zerfällt in die Ausmessung der Negative im Stereokomparator, die Auftragung der Geländepunkte und die sich anschließende Konstruktion der Höhenkurven. Nur bei sehr schwierigen und zerrissenen Geländepartien kann es sich empfehlen Ausmessung, Auftragung und Kurvenkonstruktion gleichzeitig vorzunehmen, weil sich nur so die Gestaltung des Terrains, die dem Beobachter stets vom Komparator her in frischester Erinnerung, ohne Zuhilfenahme der Phantasie durch Höhenkurven exakt wiedergeben läßt. Im allgemeinen wird man aber die Ausmeß- und Auftragearbeit trennen. Die Konstruktion der Kurven kann dann ebenfalls wie beim Tachymetrieren unabhängig von den anderen Arbeiten erfolgen und wird immer sehr genau

ausfallen, weil dem Konstruierenden an Stelle des sonst gebräuchlichen meist mangelhaften Croquis hier ein plastisches Übersichtsbild zur Verfügung steht. Die Betrachtung eines solchen Übersichtsbildes im gewöhnlichen Stereoskop bietet dem Ungeübten infolge des durch das Format 9 × 12 bedingten großen Fernpunktabstandes einige Schwierigkeiten bezüglich der Vereinigung der beiden Teilbilder zu einem plastischen Eindruck. Man wird meist an den Rändern einen Teil der Bilder opfern müssen, oder aber besser die beiden Teilbilder zerschneiden und die Hälften nacheinander im Stereoskop betrachten. Es sei hierzu noch bemerkt, daß beim Zeisswerk bereits ein Prismenstereoskop von Dr. Pulfrich zur Betrachtung ausgedehnter Stereobilder in Arbeit ist. Ebenso hat Hauptmann von Orel an dem gewöhnlichen Zeissschen Stereoskop eine sinnreiche Aufrollvorrichtung anbringen lassen, die ihm die Teilbetrachtung der Aufnahmen ohne Zerschneiden der Einzelbilder gestattet.

Bevor man nun die eigentliche Ausmessung beginnt, muß das Plattenpaar (man verwende zur Ausmessung nur die Originalnegative, die Schichte nach unten, auf den Komparator aufgelegt werden) justiert und die Nullstellung des Ordinaten-, Abszissen- und Parallaxenmaßstabes festgestellt werden. Näheres hierüber findet man in „Vorschriften für die Justierung der Stereokomparatoren" von Dr. Pulfrich, Carl Zeiss, Jena Meß. 249. Ich will zu diesem Punkt nur kurz bemerken, daß die Justierung äußerst exakt vorgenommen werden muß, sollen nicht Parallaxenfehler entstehen. Bei richtig erfolgter Justierung muß die Einstellung der Komparatormarke auf die gleiche Entfernung mit der oberen Lochmarke dieselbe Stellung an der Parallaxentrommel ergeben, wie die Einstellung auf die untere Lochmarke, d. h. die Parallaxennullstellung. Nachdem man die Nullstellung des Parallaxen-, Abszissen- und Ordinatenmaßstabes festgelegt und die Justierschrauben gegen ungewollte Verdrehung geklemmt hat, schreitet man zunächst an die Ausmessung bekannter durch Signale markierter Punkte, um ihre Übereinstimmung mit den auf anderem Wege ermittelten oder bereits bekannten Ergebnissen ihrer Lagebestimmung zu prüfen. Auch wird man die Richtigkeit der Basismessung aus bekannten Horizontal- oder Vertikalabständen einzelner Punkte kontrollieren. (Einen Anhalt über die Richtigkeit der Basis erhält man auch, indem man ihre Messung im Felde mit der Tangentenschraube des Phototheodoliten in der Weise ausführt, daß man bei Mittelstellung der Trommel zunächst auf die Mitte der horizontalen Meßlatte einstellt und dann rechts und links die Ablesungen zwecks Mittelbildung macht. Es muß dann die Ablesung links um etwa gleich viele Teilstriche, wie die Ablesung rechts von der Mittelstellung liegen, andernfalls liegt ein Ablesefehler vor. Auch vermeidet man durch diese Art der Basismessung den Fehler, den eventuell eine nicht ganz senkrechte Lage der Meßlatte zur Basis hervorruft.)

In dem hier als Beispiel gegebenen Einzelplan wurden für die signalisierten Punkte 554, 580, 607 folgende Daten am Komparator gemessen:

| Punkt | Parallaxe $a$ mm | Abszisse $x$ mm | Ordinate $y$ mm | Signalhöhe $h$ | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $B = 15{\cdot}033$ m |
| 554 | 11·78 | 117·02 | 49·20 | 0·60 m | $H_0 = 842{\cdot}52$ m ü.M |
| 580 | 11·97 | 97·16 | 35·76 | 0·70 m | $f = 127{\cdot}68$ mm |
| 607 | 12·17 | 75·90 | 25·92 | 0·62 m | $x_0 = 70{\cdot}00$ |
| | | | | | $y_0 = 40{\cdot}00$ |

woraus folgende Entfernungen resultieren:

$$E_{554} = \frac{B \cdot f}{a \cdot \cos \alpha} = 173{\cdot}64 \; m$$
$$E_{580} = \quad 163{\cdot}94 \; m$$
$$E_{607} = \quad 157{\cdot}88 \; m.$$

($\alpha$ bedeutet in obiger Formel den von der optischen Achse und der Visurrichtung nach dem betreffenden Punkte eingeschlossenen Horizontalwinkel. Er wird erhalten aus der Gleichung $tg\,\alpha = \frac{x_0 - x}{f}$).

Die Berechnung der entsprechenden Werte aus den trigonometrischen Unterlagen ergab unter Abzug der Exzentrizität des Phototheodolitobjektives von 0·051 $m$ folgende Entfernungen:

$$E_{554} = 173{\cdot}73$$
$$E_{580} = 164{\cdot}02$$
$$E_{607} = 157{\cdot}89$$

Zwischen diesen als richtig anzusehenden Entfernungen und den stereoskopisch ermittelten traten also folgende Differenzen auf:

$$\Delta E_{554} = 9 \; cm$$
$$\Delta E_{580} = 8 \; cm$$
$$\Delta E_{607} = 1 \; cm$$

während sie theoretisch betragen durften:

$$\Delta E_{554} = \frac{B \cdot f}{a^2 \cdot \cos \alpha}\, da = 14{\cdot}7 \; cm$$
$$\Delta E_{580} = \quad 13{\cdot}7 \; cm$$
$$\Delta E_{607} = \quad 13{\cdot}0 \; cm.$$

Alle Fehler der Entfernungsbestimmung blieben demnach innerhalb der zulässigen theoretischen Grenzen, so daß sie zeichnerisch in dem Planmaßstab 1 : 5000 nicht mehr in Erscheinung treten konnten.

Die auftretenden Höhen- und Breitenfehler waren ebenfalls praktisch belanglos. So wurden beispielsweise stereophotogrammetrisch folgende Höhen bestimmt:

$$H_{554} = H_0 + \frac{B \cdot y}{a} + h = 853{\cdot}68 \; m \text{ ü. M.}$$
$$H_{580} = \quad 836{\cdot}57 \; m \text{ ,, ,,}$$
$$H_{607} = \quad 824{\cdot}51 \; m \text{ ,, ,,}$$

Hingegen betrugen die nivellierten Höhen:

$$H_{554} = 855{\cdot}74 \; m \text{ ü. M.}$$
$$H_{580} = 836{\cdot}55 \; m \;\; „ \;\; „$$
$$H_{607} = 824{\cdot}54 \; m \;\; „ \;\; „$$

so daß sich die Differenzen auf — 6, + 2 und — 3 *cm* belaufen.

Aus der Entfernung 554 — 607 = 53 *m* und den entsprechenden Komparatordaten berechnet sich rückwärts die Basis zu:

$$B = \frac{53}{\sqrt{\left(\frac{x_{554}}{a_{554}} - \frac{x_{607}}{a_{607}}\right)^2 + \left(\frac{f}{a_{554}} - \frac{f}{a_{607}}\right)^2}} = 15{\cdot}031 \; m,$$

während im Felde 15·033 *m* gemessen wurden. Es ist also auch hier die Differenz bedeutend kleiner als der durch den verlangten Genauigkeitsgrad des Planes bedingte zulässige Fehler von $^1/_{1000}$ $B = 1{\cdot}5$ *cm*.

Nach diesen Vorbereitungen kann man an die eigentliche Ausmessung der Geländepunkte schreiten.

Man orientiert sich zu diesem Zwecke zunächst an Hand eines Übersichtsstereoskopbildes über die Gliederung des Terrains im allgemeinen und geht dann am Komparator mit der Einstellmarke das Gelände ab, die Punkte ähnlich wie beim Tachymetrieren wählend. Die abgelesenen Komparatordaten stellt man in einer Liste zusammen und markiert die Lage der Punkte auf einer zu diesem Zwecke besonders hergestellten Vergrößerung (18 × 24) der linken Platte, auf der man gleichzeitig charakteristische Terrainformen wie Mulden, Rücken, Felsspalten und Grate durch Nachziehen und Verbinden der sie bestimmenden Punkte hervorhebt. Diese Vergrößerung dient dann dazu, dem Kurvenkonstrukteur über die Zusammengehörigkeit der einzelnen Punkte Aufschluß zu geben und soll ihm anderseits das Auffinden der entsprechenden Geländeteile im Übersichtsstereoskop erleichtern. Bezüglich einer gleichmäßigen Punktverteilung sei noch auf die infolge der Zentralprojektion mit wachsender Entfernung also abnehmender Parallaxe eintretende Verringerung des Abbildungsmaßstabes der Objekte hingewiesen, so daß man, um eine gleichmäßige Verteilung der Geländepunkte zu erzielen, diese mit abnehmender Parallaxe dichter setzen muß.

Über den Auftragevorgang mit den von der Firma Zeiss gelieferten Zeichenvorrichtungen, bestehend aus: Brett, Schwenklineal, festem Führungslineal und Dreieck ist bereits im Band II dieser Zeitschrift, 2. Heft von Dr. C. Pulfrich geschrieben worden, so daß ich mich mit dem Hinweis auf diese Abhandlung begnügen kann. Nur zur Konstruktion der Punkthöhen möchte ich bemerken, daß ich den in unserem Beispiel hier am rechten Rande des Planes angebrachten Höhenmaßstab jetzt immer auf das Zeichendreieck verlege. Man kann so die Höhen der einzelnen Punkte immer direkt am Dreieck nach Einstellung der Bildordinate mit dem Schwenklineal ablesen und erspart das zeitraubende Abgreifen der $y$-Werte mit dem Zirkel. Ich habe mir besondere Dreiecke mit Millimeterteilung und daneben angebrachtem Schreibstreifen für die jeweilige Bezifferung der letzteren anfertigen

lassen und damit die früher benötigte Zeit für die Auftragung eines Punktes von 30 bis 40 Sekunden auf 15 bis 20 Sekunden, also auf die Hälfte reduziert. Die Anordnung der übrigen Maßstäbe, sowie der Konstruktionsvorgang sind auf dem abgebildeten Beispiel ersichtlich (Taf. I).

Was die Konstruktion der Kurven anbelangt, so kann ich mich darüber kurz fassen, da sie im allgemeinen nach der sonst üblichen Weise vorgenommen wird und lediglich, was die Unterstützung der Geländevorstellung durch das Croquis betrifft, abweicht, indem das letztere durch das photographische Raumbild ersetzt wird. Ergänzend zu der bereits früher besprochenen Betrachtung der Übersichtsstereoskopbilder sei daran erinnert, daß es sich hier um telestereoskopische Aufnahmen handelt, daß infolge davon die Tiefenunterschiede verzerrt erscheinen. Bereits nach kurzer Übung jedoch wird man zur richtigen Beurteilung der Raumverhältnisse gelangen.

Auf die Vereinigung der Einzelpläne zu einem Gesamtplane, die, falls für ein gutes Übergreifen der Einzelaufnahmen gesorgt wurde, durchaus keine Schwierigkeiten bietet, brauche ich wohl nicht näher einzugehen.

Dem stereophotogrammetrischen Gesamtplan habe ich hier zum Vergleich die bereits seinerzeit vorhandene tachymetrische Aufnahme derselben Strecke beigefügt (Taf. II und III). Wenn auch der tachymetrische Plan unter Berücksichtigung eines Planmaßstabes von 1 : 2000 von vornherein ausgeführt wurde, während die stereophotogrammetrische von 1 : 500 auf 1 : 2000 erst nachträglich zum Vergleich verkleinert wurde, so ist doch ohne weiteres die Überlegenheit der Stereomethode in einem derartig unzugänglichen Gelände ersichtlich, indem letztere bei geringerem Zeit- und Kostenaufwand einen bei weitem detailreicheren und genaueren Plan liefert.

Die beiden Aufnahmeverfahren in betreff des Zeit- und Kostenaufwandes weiter miteinander zu vergleichen, halte ich nach den bis zurzeit im allgemeinen nur spärlich vorliegenden Erfahrungen aus der Ingenieurpraxis nicht für angebracht, wie ich überhaupt die Zweckmäßigkeit eines Versuches, bei zwei in ihren Grundprinzipien so sehr voneinander abweichenden Methoden auf andere Fälle ohne weiteres übertragbare Vergleichsdaten aufstellen zu wollen, bezweifle. Es mag uns zunächst genügen, in der Stereomethode ein Verfahren gefunden zu haben, das ohne Zweifel, am rechten Orte angewandt, uns unter meist erheblicher Kosten- und Zeitersparnis Pläne von einer mit den bisher existierenden Methoden unerreichbarer Genauigkeit und Detailreichtum zu geben vermag.

Im Zusammenhange hiermit möchte ich zum Schlusse nicht versäumen, auf den Orelschen automatischen Auftrageapparat (vgl. Band II, 3. Heft des Archivs für Photogrammetrie) den sogenannten „Stereoautographen" hinzuweisen, der die Zimmerarbeit nur noch auf ein einfaches Pantographieren des photographischen Stereobildes beschränkt. Alle Rechenarbeiten, das Eintragen der Geländepunkte in Listen, sowie die zeitraubende und ungenaue Kurvenkonstruktion durch Interpolation kommen damit in Wegfall. Dieser Apparat, der vollkommen automatisch und deshalb unter Ausschaltung von Rechenirrtümern die Kurven direkt ergibt, besitzt, abgesehen von der mit ihm erzielten großen Zeitersparnis den großen Vorteil, daß die mit ihm er-

haltenen Kurven auch tatsächlich in jedem ihrer Punkte mit dem Gelände übereinstimmen, ein Vorzug, den keine der bisher existierenden Aufnahmemethoden aufweisen kann. Im Gegensatz zu dem ersten Modell des Autostereographen, der nur das automatische Schichtenlegen bei normal aufgenommenen Platten gestattet, ist das nunmehr seiner Vollendung in Jena entgegengehende zweite Modell nach einem Vorschlag von Dr. Pulfrich auch zur Ausmessung der bisher wegen ihrer umständlichen Auftragearbeit ängstlich vermiedenen Aufnahmen mit verschwenkten Kameraachsen eingerichtet, was für die Feldarbeit ebenfalls eine wesentliche Vereinfachung der Aufnahmebedingungen bedeutet.

Eregli, August 1911.

## Die Noniusskala und ihre Verwendung im Komparator.

Von Prof. Karl Fuchs in Preßburg.

Mit dem Namen Noniusskala möge eine Skala bezeichnet werden, die von einem Nullpunkte aus sowohl nach rechts als auch nach links läuft, deren rechter Flügel aber um $1^0/_0$ gestreckt ist. Wenn also die Skalenteile links vom Nullpunkt die Länge von 1 *mm* haben, dann haben die Skalenteile rechts vom Nullpunkt die Länge von 1·01 *mm*.

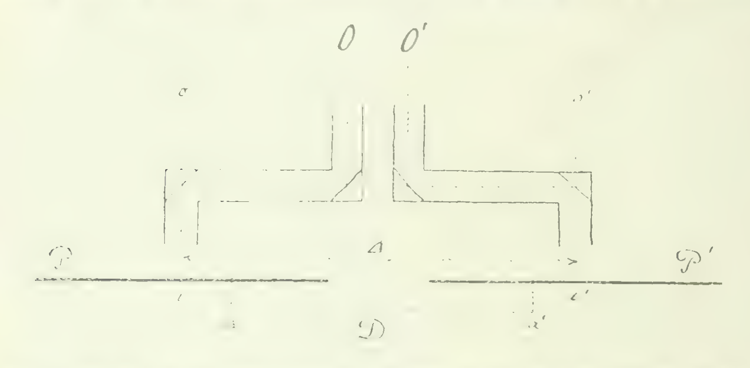
Man könnte die Noniusskala dazu verwenden, den Abstand $D$ zweier Punkte $p$ und $p'$ auf einer Karte zu messen. Die Teilstriche links wollen wir mit 1, 2, 3 . . . , die Teilstriche rechts mit 1′, 2′, 3′ . . . bezeichnen. Die Skala möge auf einem Glaslineale aufgetragen sein und die Nummern 10 20, . . . links mögen am unteren Ende, die Nummern 10′, 20′ . . . rechts mögen am oberen Ende der betreffenden Teilstriche angeschrieben sein. Wenn die Skala so über die beiden Punkte $p\,p'$ gelegt werden kann, daß der linke Punkt $p$ in den Teilstrich $n = 84$, der rechte Punkt $p'$ in den Teilstrich $n' = 57'$ fällt, dann ist der Abstand $D$ der beiden Punkte $p\,p'$ voneinander gleich $84 . 1 + 57 . 1{\cdot}01$ oder:

$$\begin{array}{r} 84 \\ 57{\cdot}57 \\ D = 141{\cdot}57\ mm \end{array}$$

In dieser Form ist die Skala nur für Abstände verwendbar, die größer sind als 100 *mm*; — und sie ist auch für eine besondere Verwendung ersonnen, wo alle Abstände größer als 100 *mm* sind. Von dieser Verwendung soll gesprochen werden.

Die Photogrammetrie bedient sich zur Parallaxenmessung des Komparators. Im Komparator hat die Optik eine konstante Spannung $\Delta$, d. h. die äußeren Vertikalachsen $o\,o'$ des optischen Apparates haben einen konstanten Abstand $\Delta$ voneinander. Wenn die Platten $P\,P'$ im Komparatorrahmen in der Nullstellung sind, dann ist auch die Spannung $\Delta$ (der gegenseitige Abstand) der optischen Plattenmittelpunkte $i\,i'$ gleich $\Delta$. Irgendwie idente Bildpunkte $a$ und $a'$, die irgendeinem Objektspunkte $A$ entsprechen, haben dann aber

nicht ebenfalls eine Spannung $D = \Delta$: ihre Spannung ist vielmehr um die Parallaxe $p$ kleiner: $D = \Delta - p$. Diese Parallaxe $p$ wird so bestimmt. Die rechte Platte $P'$ kann gegen die linke Platte $P$ sowohl in der Abszissenrichtung oder $x$-Richtung, als auch in der Ordinatenrichtung oder $y$-Richtung verschoben werden. Das wird dadurch möglich, daß die rechte Platte eine Kreuzführung hat, also auf einem Kreuzschlitten liegt. Einen solchen Schlitten tadellos herzustellen ist sehr schwer, und wenn er einmal gelungen ist, dann ändert er sich im Laufe der Zeit und wird fehlerhaft, wie die Erfahrung zeigt. Wenn man die Parallaxe $p$ der Bildpunkte $a\,a'$ erfahren will, dann verschiebt man die rechte Platte gegen die linke so lange nach rechts, bis die Spannung $D$ der Bildpunkte $a\,a'$ auf den Wert $D = \Delta$ gebracht ist. Daß $D = \Delta$ geworden ist erkennt man in der Optik: wenn man am Stereoskop die Flugmarke oder Grundmarke $M$ dem Objektpunkte $A$ aufsitzen




sieht, dann ist $D = \Delta$ geworden. Die Strecke, um die man die Platte $P'$ in bezug auf die Platte $P$ nach rechts hat schieben müssen, ist die gesuchte Parallaxe $p$. Sie wird mittels eines **Mikrometers** gemessen. Ein Mikrometer, der 0·01 *mm* mißt, ist aber eine delikate Sache.

Im Komparator ist also die Spannung $\Delta$ der Optik **konstant**, die Spannung $D$ der identen Punkte aber **veränderlich**.

Man könnte einen Komparator auch so bauen, daß umgekehrt die Spannungen $D$ der identen Punktpaare konstant, die Spannung $\Delta$ der Optik aber veränderlich ist. Dasselbe kann man klarer auch so sagen. Man kann einen Komparator auch so bauen, daß die rechte Platte gegen die linke nur in der $y$-Richtung verschoben werden kann und nicht auch in der $x$-Richtung. Die rechte Platte braucht dann keine **Kreuzführung** und der rechte Rahmen kann unmittelbar am linken Rahmen hinauf- und heruntergleiten. Das ist technisch eine sehr große Vereinfachung und das kann leicht in hoher Vollendung erreicht werden.

Anderseits muß dann aber die Spannung $\Delta$ der Optik veränderlich gemacht werden, d. h. man muß die Arme des Stereoskopes länger und kürzer machen können, ohne die Klarheit und Schärfe des Bildes zu stören,

und man muß ohne Änderung der Spannung $\Delta$ auch genau messen können.

Zuerst soll über die Verlängerung der Arme gesprochen werden. Wenn man jeden Arm etwa um 4 *mm* verlängert oder ausreckt, also die Spannung $\Delta$ um 8 *mm* vergrößert, dann sieht man im Stereoskop nichts mehr. Wenn man aber gleichzeitig den Mittelteil der Optik, also die Okulare, um 4 *mm* senkt, dann bleibt das Raumbild, das man sieht, klar und scharf.

Auf diese Weise — und auch auf andere Weise — kann man also die Spannung $\Delta$ der Optik veränderlich machen. Es gilt nun, diese Spannungsänderungen auch zu messen. Man kann das mittels der Noniusskala; mit der Noniusskala kann man in jedem Augenblick die momentane vorhandene Spannung $\Delta$ genau messen. Wie man das macht, soll nun gezeigt werden.

Nehmen wir an, die Optik wäre so weit zusammengeschoben, daß die optischen Achsen $o\,o'$ durch die Bildpunkte $a\,a'$ gehen. Man erkennt das daran, daß im Raumbild die Flugmarke $M$ dem Objektspunkte $A$ aufsitzt. Von nun an berühren wir die Optik nicht mehr, um ihre Spannung $\Delta$ nicht zu ändern. Über die Plattenpunkte $a\,a'$ legen wir aber die Noniusskala und senken den Rahmen so weit, daß wir nicht mehr die Landschaft, sondern die Skalenstriche scharf sehen.

Nehmen wir an, genau über dem Plattenpunkt $a$ liege der Skalenstrich $n = 242$ und genau über dem Plattenpunkt $a'$ liege der Skalenstrich $n' = 36'$. Dann haben die beiden Skalenstriche $n$ und $n'$ genau dieselbe Spannung $\Delta$, wie die Plattenpunkte $a$ und $a'$ und wie die beiden Optikachsen $o$ und $o'$, und wir haben dann den gesuchten Wert der Spannung $\Delta$: $\Delta = 242 . 1 + 36 . 1{\cdot}01 = 278{\cdot}36\,mm$. Woran erkennen wir es aber, daß gerade die Skalenstriche 242 und 36′ die Spannung $\Delta$ der Optik haben? Wir erkennen es im stereoskopischen Bilde. Wir sehen im Raumbilde einen vertikalen Strich $t$ genau durch die Flugmarke $M$ gehen. Wir sehen dann auch andere vertikale Striche, gleich einem verschwenkt stehendem Staketenzaune. Nach rechts zu treten die Striche immer weiter in den Hintergrund zurück; nach links zu treten die Striche immer weiter in den Vordergrund vor. Unter den Strichen sehen wir eine nach links laufende Numerierung über den Strichen eine nach rechts laufende Numerierung und an deren Numerierungen können wir das $n$ (unten) und das $n'$ (oben) für den durch die Marke gehenden Strich $t$ ablesen.

Wenn wir die Noniusskala irgendwie unter die Optik legen, dann werden wir im allgemeinen im Raumbilde eine Reihe vertikaler Striche sehen, die weit vor oder weit hinter der Flugmarke $M$ steht. Wir verschieben nun die Skala so lange nach rechts oder nach links, bis ein Strich $t$ sehr nahe durch die Marke geht. Wenn dieser Strich $t$ ein wenig vor oder ein wenig hinter der Marke steht, dann kann man die Tausendstel der Millimeter noch grob abschätzen. Bei diesem ganzen Verfahren können recht sonderbare Täuschungen vorkommen — geschieht es ja in Menagerien, daß man die Stäbe des Käfigs nicht vor, sondern hinter den Tieren sieht —; wenn aber die Flugmarke tief schwarz und etwas derb ist, die Skalenstriche aber fein

und blaß und wir behalten die Marke, nicht die Striche im Auge, dann unterbleiben die Täuschungen.

Kurz kann man das hiermit beschriebene Meßverfahren so beschreiben: wir bringen zuerst die Optik auf die Spannung $D$ der identen Punkte $a\,a'$; das geschieht so, daß wir die Arme des optischen Apparates verkürzen, bis die Flugmarke dem Objektpunkte $A$ aufsitzt. Darauf messen wir die Spannung der Optik mittels der Noniusskala, indem wir die Skala solange verschieben, bis im Raumbilde ein Strich $t$ durch die Flugmarke geht. Aus der so gemessenen Spannung $D$ zweier identer Punkte $a\,a'$ finden wir leicht die Parallaxe $p$ dieser Punkte. Wenn die Spannung der optischen Mittelpunkte der beiden Platten gleich $D_0$ ist, dann ist die Parallaxe des Punktpaares $a\,a'$ gleich $D_0 - D$.

Nach dieser Darstellung erfordert die Bestimmung einer Parallaxe zwei Einstellungen der Flugmarke: einmal auf den Objektpunkt $A$ und einmal auf einen Skalenstrich $t$.

Es sollen nun die Vorteile und Nachteile des vorgeschlagenen Verfahrens gegeben werden. Die heikelsten Teile des Komparators, der Kreuzschlitten und der Parallaxenmikrometer, fallen weg, und das ist eine große Vereinfachung. Der Apparat wird handlicher, zuverlässiger und bedeutend billiger. Der größte Nachteil liegt darin, daß eine Parallaxe zwei Einstellungen erfordert.

## Photogrammetrie mit konvergenten Achsen.

Von Prof. Karl Fuchs in Preßburg.

An den Enden einer Basis $B$ sollen die beiden Standpunkte $I$ und $II$ liegen. Die Kammern waren auf den beiden Standpunkten konvergent aufgestellt: ihre optischen Achsen bildeten mit den Normalen $n$ und $n'$ der Basis $B$ die Verschwenkungswinkel $\delta$ und $\delta'$. Irgendein Objektpunkt $A$ hat auf den beiden Platten $P$ und $P'$ die Bildpunkte $a$ und $a'$ gegeben; der Komparator gibt uns die Abszissen $x$ und $x'$ dieser Bildpunkte; und es gilt nun graphisch auf Grund der Basis $B$, der Verschwenkungswinkel $\delta$ und $\delta'$ der Bildwerte $f$ der Kammern und der Abszissen $x$ und $x'$ den Punkt $A$ graphisch zu bestimmen.

Es ist praktisch nicht angängig, einfach die Zielstrahlen $r$ und $r'$ zu ziehen, weil der Winkel $\vartheta$, unter dem sie sich schneiden, viel zu spitz ist, um einen reinen Schnitt zu geben. Man kann sich so helfen.

Man projiziert die Platte $P$ in einen großen Abstand; die Abb. 1 zeigt sie dort als $P_n$. Dann zieht man zur Basis $B$ eine Parallele $B'$, und projiziert auf $B'$ die Abszissenskala des Plattenbildes $P_n$. Man gewinnt so auf $B'$ eine ungleichmäßige Skala $S_1$ $S_2$ oder $S$. In gleicher Weise verlegt man die Platte $P'$ zunächst als $P'_n$ in einen größeren Abstand und projiziert dann die Abszissenskala von $P'_n$ auf $B'$. Man gewinnt so auf $B'$ auch eine zweite Skala $S_1'$ $S_2'$ oder $S'$. Beide Skalen, $S$ und $S'$, zeichnet man auf $B'$ auch wirklich, die eine über, die andere unter dem Strich.

Die zweite Skala $S'$ zeichnet man auch noch besonders auf einem Lineale in $n$-facher Vergrößerung, also etwa in 10facher Vergrößerung. Diese

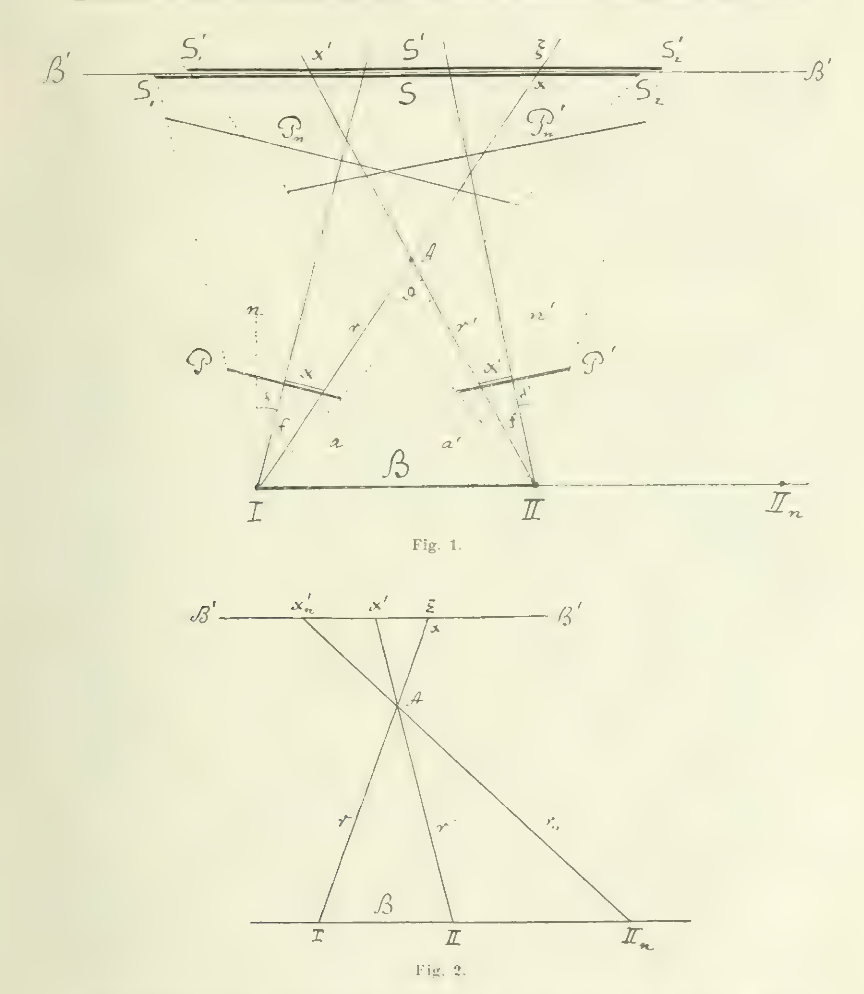



Fig. 1.

Fig. 2.

Skala nennen wir $S_n$ und die Abszissen auf ihr bezeichnen wir zur Unterscheidung nicht mit $x'$, sondern mit $x_n'$, so daß gilt $x_n' = n x'$.

**Endlich tragen wir noch auf der verlängerten Basis $B$ den Punkt $II$ im Abstand $n B$ von $I$ auf.**

Es gelte nun auf Grund der Abszissen $x$ und $x'$ den Punkt $A$ zu konstruieren. Auf Grund der Skala $S$ auf $B$ können wir den Zielstrahl $r$ sofort zeichnen. Den Strahl $r'$ aber ersetzen wir durch einen anderen Strahl $r_n'$, die wir so gewinnen. Der Strahl $r$ trifft die Skala $S$ im Teilpunkte $x$, die Skala $S'$ aber im koinzidenten Teilpunkte $\xi$.

Derselbe Skalenpunkt $\xi$ kommt auch auf der Skala $S_n$ als $\xi_n$ vor. Wir legen nun diese Skala $S_n$ so an $B'$, daß der Teilstrich $\xi_n$ dieser Skala mit dem identen Teilstrich $\xi$ der Skala $S'$, also auch mit dem Teilstrich $x$ der Skala $S$ zusammenfällt. Dann suchen wir auf $S_n$ den Teilstrich $x_n'$, der mit $x'$ ident ist. Den Zielstrahl $r_n'$ ziehen wir nun von $II_n$ nach $x_n'$. Daß dieser Strahl $r_n'$ denselben Schnittpunkt $A$ gibt, wie der Strahl $r'$, ist aus Abb. 2 ersichtlich. Die Strecke $\xi x_n'$ ist nämlich das $n$-fache der Strecke $\xi x'$ und die Strecke $I\ II_n$ ist das $n$-fache der Strecke $I\ II$.

---

## Photogrammetrische Messungen zur Bestimmung der Höhe der Nordlichter.

Unter den elektrisch-atmosphärischen Erscheinungen bieten die Polarlichter in der Meteorologie das größte Interesse. Gute Nordlichtphotographien mit vielen Einzelheiten sind Brendel und Baschin am 1. Februar 1892 zu Bossekop im norwegischen Lappland geglückt. Hierbei wurden ein lichtstarkes Busch-Objektiv mit 210 *mm* Brennweite und 60 *mm* Öffnung und selbst sensibilisierten Schleußner-Platten benutzt. Die Exposition betrug 75 Sekunden und nur eine Aufnahme mit 7 Sekunden Expositionszeit rührt von Brendel her.

Das Problem, gelungene Nordlichtphotographien zu erhalten, die infolge der schwachen Leuchtkraft des Nordlichtes, sowie wegen der Unstetigkeit desselben große Schwierigkeiten bereiten, bietet in photographischer Beziehung namhafte Schwierigkeiten.

Im Jahre 1910 stellte Karl Störmer aus Christiana[1]) eine Reihe von Versuchen an, um das beste Objektiv und die geeignetste Plattensorte zur Aufnahme von Nordlichtern zu finden. Ein Kinematographenobjektiv mit 50 *mm* Brennweite und 25 *mm* Öffnung und Platten von Lumière mit Violettetikette erwiesen sind am geeignetsten.

Nach Vollendung dieser Voruntersuchungen schritt Störmer an die Lösung des Problems: die Höhe der Nordlichter zu bestimmen. In den Monaten Februar und März 1910 wurden zu Bossekop in Gänze 800 Photographien des Nordlichtes aufgenommen, wovon ungefähr die Hälfte als gelungen bezeichnet werden können. Die Expositionszeit schwankt zwischen einem Bruchteil einer Sekunde und 20 Sekunden, je nach der Intensität und der Lebhaftigkeit des Phänomens.

---

[1]) Siehe: 1. Comptes rendus 150. Band 1910. 2. Meteorologische Zeitschrift, 1911.

Um die Höhe und Lage des Nordlichtes zu bestimmen, wurden zwei Stationen in einem Abstande von 4·3 *km* ausgewählt, in welchen photogrammetrische Apparate aufgestellt worden sind; die Stationen waren telephonisch miteinander verbunden, um eine gleichzeitige Exposition der Aufnahmen zu bewirken. Die gleichzeitigen Aufnahmen in den Endpunkten der bekannten Basis wurden derart angeordnet, daß neben dem in Frage kommenden Nordlichte auch Orientierungspunkte, vorhandene Sterne, auf den Platten abgebildet erscheinen. Wenn nun die Zeit der Aufnahme, die perspektivischen Konstanten des photogrammetrischen Apparates bekannt sind, ferner die Basis nebst den Orientierungswinkeln der Bildebenen gegeben sind, so läßt sich nach bekannten photogrammetrischen Formeln die Höhe des Nordlichtes und seine Lage im Raume mit großer Genauigkeit ermitteln.

Die Basisendpunkte und deren Positionen waren:

Altenkirke: $\lambda_1 = 23^0\ 15{\cdot}5'$ ö. L. v. Gr. $\varphi_1 = 69^0\ 57'\ 51''$ n. Br.

Over Altenskole: $\lambda_2 = 23^0\ 16{\cdot}4'$ ö. L. v Gr., $\varphi_2 = 69^0\ 55'\ 34''$ n. Br. und die Länge betrug 4·3 *km*.

Im ganzen wurden von Störmer 150 solche Aufnahmen gemacht, die detailliert und mit den nötigen Daten versehen in den Berichten der Expedition, die am 21. April 1910 der Société des Sciences in Christiania vorgelegt wurden, in extenso mitgeteilt werden.

Trotz der 150 Messungen ist die Zahl der Fälle zu klein, der Zeitraum, über den sich die Messungen erstrecken, zu kurz, um allgemeinere Schlüsse ziehen zu können. Die beobachteten Nordlichterscheinungen sind gewöhnlicher Art; ihre Farben gehen vom Weißlichblauen bis zum Gelblichgrünen; nur ein einziges Nordlicht mit allen Regenbogenfarben konnte beobachtet werden.

Störmer gibt in „Comptes rendus" eine graphische Tabelle, in der die Resultate der photogrammetrischen Messungen der Nordlichterscheinungen eingeführt sind; dieser Tabelle, die nach gemachter Auszählung nur 138 Messungen enthält, entnehmen wir folgende Anzahl von Nordlichtern für je 50 *km* Höhenstufe:

| Höhe in *km* . . . . | 0–50 | 50–100 | 100–150 | 150–200 | 200—250 | 250–300 | über 300 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl der Nordlichter . | 7 | 30 | 64 | 24 | 6 | 5 | 2 |

Das Maximum zeigt die Höhenstufe 100 bis 150 *km*, die somit im Mittel als Sitz der Nordlichterscheinungen gelten kann. Zu bemerken ist ferner, daß die untere Grenze von ungefähr 40 *km*, in der Nordlichter noch vorkommen, darauf hinweist, daß die Atomstrahlen, welche das Nordlicht erzeugen, einen etwas größeren Durchlässigkeitskoeffizienten besitzen als die $\beta$-Strahlen des Radiums.

Wir sind überzeugt, daß eine systematische Anwendung der photogrammetrischen Methode, die den Fall der Stereophotogrammetrie in sich schließt, zweifellos zu Resultaten führen kann, die für das Studium des Nordlichtproblems von der größten Bedeutung werden können. D.

## Zur aeronautischen Kartenfrage.

Vortrag, gehalten von Dr. Max Gasser-Darmstadt, Privatdozenten für Geodäsie, auf der Commission permanente internationale d'aéronautique. Turin, Oktober 1911.
(Auszug.)

Mit der Entwicklung der Motorluftschiffahrt ist auch die Frage nach einer besonderen Karte für die Aeronautik wichtig geworden.

Schon auf dem Kongresse zu Mailand 1906 hatte die Fédération international d'aéronautique den Beschluß gefaßt, dieser Frage näher zu treten, doch kam erst 1909 auf dem deutschen Geographentage zu Lübeck und besonders auf dem Kongresse der Commission permanente internationale d'aéronautique zu Nancy 1909 diese Kartenangelegenheit in Fluß.

In Deutschland arbeitete der Verfasser an einer Karte, die in ihrem Prinzipe eine Höhenschichtenkarte darstellt. Hauptsächlich sind die 100 *m* Niveauschichten durch den Kontrast der Farben wiedergegeben, um die Lesbarkeit bei der Schnelligkeit der Luftfahrzeuge zu erleichtern. In Deutschland kam es wegen der Maßstabfrage zu Meinungsverschiedenheiten. Der Verfasser hatte in einer wissenschaftlichen Abhandlung auf dem deutschen Geographentage zu Lübeck die Vorteile des Maßstabes 1 : 200.000 gegenüber 1 : 300.000 vertreten. Ein Vergleich der drei Maßstäbe ergab:

| | 1 : 100.000 | 1 : 200.000 | 1 : 300.000 |
|---|---|---|---|
| Ortsnamen | 28 | 26 | 10 |
| Wasserläufe | 6 | 4 | 3 |
| Waldungen | 6 | 6 | 1 |
| Höhenpunkte | 14 | 18 | 1 |

Moedebeck hatte den Maßstab 1 : 300.000 und eine allmählich ineinander übergehende Farbenskala für die Höhenschichten gewählt.

Praktische Fahrten in Köln ergaben, daß diese Karte die Forderungen der Aeronauten nicht erfüllen könne, dagegen konnte bei den Versuchsfahrten in Friedrichshafen die Orientierung gefunden und beibehalten werden.

In weiterer Verfolgung dieser Frage wurde nun auch der Beschluß des deutschen Luftschiffertages, eine Karte 1 : 300.000 anzufertigen, in Breslau im Oktober 1911 rückgängig gemacht, so daß die deutsche Kartenkommission sich nunmehr von neuem an die Arbeit machen kann.

Inzwischen erschien ein Probeblatt einer Luftschifferkarte von Dr. K. Peucker, das sich besonders durch eine exakte Durcharbeitung der Farbenskala auszeichnet.

Doch schon auf der Kartenkonferenz in Brüssel meinte Prof. Berget „qu'il faut avant tout une carte aéronautique et non une carte topographique complète".

Tragen wir alle Luftschiffersignale in den verlangten Farben in den Peuckerschen Entwurf ein, so verschwindet dieses schöne Bild wegen der Disharmonie der Farben. Die roten Straßen und Bahnhöfe können leicht in ein rotes Flächenfeld zu liegen kommen. In diesem Falle wird das Erkennen dieser Signaturen schwierig werden.

Sodann geht im ebenen Terrain die Plastik dieser Farbenskala verloren. Auch dürfte diese Peuckersche Karte wegen der großen Anzahl der Platten sehr teuer zu stehen kommen.

In neuester Zeit hat eine Anfrage bei den Teilnehmern des deutschen und europäischen Rundfluges ergeben, daß dieselben vor allem in ihren Flugkarten die Darstellung des Terrains in sehr grellen Farben verlangen. Viele haben die ihnen überreichten Karten mit Farben frisch nachgezeichnet, um die Unterschiede möglichst prägnant zum Ausdruck zu bringen. Diese neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der praktischen Flugtechnik sprechen also für meine Ansicht, daß in einer Luftschifferkarte die Höhendarstellung nicht durch eine sanft ineinander übergehende Farbenskala, sondern durch den Kontrast der Farben zum Ausdruck gebracht werden muß.

Interessant ist die Karte des Aeroclubs de France, welche sich die Resultate der Verhandlungen der Commission permanente internationale d'aéronautique zu Nancy 1909 zu Nutzen gemacht hat. Wir sehen hier perspektivische Zeichnungen weithin sichtbarer Gebäude. Die Peripherie und die Konturen der Ortschaften sind eingetragen und der Maßstab 1 : 200.000 ist durchgeführt.

Nun gibt es eine Richtung, welche die Orientierung der Luftfahrzeuge ohne Karte erzielen will. Hierzu ist vor allem das Signalsystem von Frankenberg, kais. Aeroklub, Berlin, zu zählen. Mit wenigen Zeichen, die auf den Dächern der Häuser angebracht werden, kommt man zurecht.

So würde z. B. auf dem Dache einer Kirche die Signatur D. 73 M. M. bedeuten, daß wir in Deutschland, im Bezirke Merseburg im Kreise Bitterfeld das Schloß „Burgkemnitz" überfliegen.

Von der drahtlosen Orientierung möchte ich kurz das System Lux-Ludwigshafen erwähnen. 90 kleine drahtlose Stationen mit höchstens 50 *km* Reichweite denkt sich Lux in ganz Deutschland verteilt. Jede Station hat ihr eigenes Zeichen, das in einem Empfänger im Luftschiffe abgehört werden kann.

Sehr viel Aussicht wird das System Bellini-Tosi, das auf den Arbeiten des Herrn Professor Artom-Turin sich aufbaut, uns bieten. Diese gerichtete Telegraphie ermöglicht uns eine drahtlose Lösung des Pothenotschen Problems (des elektrischen Einschneidens).

Bei Nacht und Nebel bietet gegenwärtig die Ausnutzung der magnetischen Kraftlinien einigermaßen eine Aussicht, durch Bestimmung der Horizontalintensität oder Messung der Inklination sich unter schwierigen Sichtverhältnissen (mit dem Doppelkompaß von Bidlingmayer) zurecht zu finden.

Die topographische Karte wird auch in der besten Umarbeitung niemals die Plastik erreichen, die für den Luftschiffer notwendig ist. Der Aeronaut hat eine Karte nötig, die von oben herab von einem luftigen Fahrzeuge aus aufgenommen ist.

Die neuesten Fortschritte der Photogrammetrie, besonders aber der Stereophotogrammetrie lassen die berechtigte Hoffnung aufkommen, daß die Herstellung einer Photokarte sowohl an Billigkeit wie an Schnelligkeit und Einfachheit mit der alten topographischen Karte konkurrieren kann.

Die Scheimpflugschen Arbeiten über „Aerophototopographie" sind ja in den Verhandlungen der Commission permanente internationale d'aéronautique 1906 behandelt worden.

Interesse erweckt jedoch die Entwicklung dieses Verfahrens. Scheimpflug, der uns am 22. August 1911 unerwartet entrissen wurde, hoffte mit seinen Neuerungen 1500 Ballonpanoramen im Jahre auszuarbeiten. Es könnten somit im Maßstabe 1 : 10.000 zirka 15.000 $km^2$ (bei 1000 *m* Ballonhöhe) phototopographisch aufgenommen werden. Dies waren jedoch nur Hoffnungen.

Wohl den gewaltigsten Fortschritt hat der k. k. Hauptmann Ritter v. Orel-Wien durch die Erfindung des Stereoautographen zu verzeichnen.

In seinem Wesen besteht dieser Stereoautograph aus drei Linealen, welche an dem Stereokomparator Dr. Pulfrichs-Jena so angebracht sind, daß dieselben den Bewegungen des Komparators folgen und auf mechanischem Wege die stereophotogrammetrischen Gleichungen zeichnerisch auflösen. Es ist hierdurch möglich, aus der Photographie heraus automatisch die horizontale Lage und Höhe eines Punktes zeichnerisch festzulegen. Ja, wir können auf vollkommenem automatischem Wege die Höhenkurven, diese für die Topographie und Ingenieurkunst wichtigsten Linien als eine in sich zusammenhängende Kurve zeichnen. Bisher konnten wir nur in der alten Tachymetrie einzelne Punkte aufnehmen, dieselben in den Plan einkartieren und die Schichtenlinien nachträglich durch Interpolation einschalten.

Jeder Ingenieur wird diesen gewaltigen Fortschritt der automatisch zu erzeugenden Schichtenlinie zu würdigen wissen.

Außerdem sinkt die Zeit der Feldaufnahme auf wenige Stunden herab und die zeichnerische Ausfertigung geht ebenfalls schneller wie jedes tachymetrische Auftrageverfahren vor sich und mit einer solchen Genauigkeit, daß ein wiederholtes Nachziehen der Kurven kaum Abweichungen von $^1/_{10}$ *mm* zugibt. Wir stehen hier vor einer Umwälzung in der Aufnahmetechnik.

Eine Reihe von ingenieurtechnischen Absteckarbeiten vereinfachen sich außerordentlich, reduzieren sich auf das Übertragen der neuen Punkte vom Relief in die Natur.

Projektieren wir in unserem mit dem Stereoautographen hergestellten Schichtenplane unsere neue Straße oder Bahnlinie mit ihren Steigungen und Kurven ein, so erhalten wir auf der linken Platte die perspektivische Zeichnung dieses Projektes. Wir werden im Felde diese Platte zusammen mit der rechten durch ein Stereoskop betrachten und haben dann nur nötig, die neue Trasse in der Natur, wie wir dieselbe im Bildreliefe sehen, auszupflocken.

Durch diese Fortschritte wird unsere Aufnahmetechnik für das Vermessungsluftschiff reif, das mit fester Basis und zwei Kameras ausgerüstet, uns eine Reihe neuer Aufgaben lösen wird.

Wie schon einige Flüge bewiesen, kann man von der Flugmaschine aus die senkrecht unter Wasser befindlichen Klippen etc. sehen. Wir können daher die unter Wasser befindlichen Sandbänke und Klippen, welche bis auf 10 *m* an den Seespiegel heraufreichen, stereophotogrammetrisch aufnehmen und vermessen.

Wir bekommen hierdurch genaue Seekarten. Die Küstenvermessungen, die Hafeneinfahrten etc. dürften hiermit wesentlich an Genauigkeit gewinnen.

Auch bei den Strömen ist dieselbe Beobachtung vom Luftschiffe „Schwaben" aus gemacht worden. Die gesamten Geschiebeverhältnisse des Rheins lagen bis unter den Wasserspiegel, klar vor den Blicken der Mitfahrenden. Durch eine stereophotogrammetrische Untersuchung der Veränderungen der Geschiebe können die Gefahren für die Stromschiffahrt vermindert werden.

Außerdem wird für Rekognoszierungszwecke solch ein Luftschiff, besonders wenn es mit einer stark reflektierenden Hülle versehen und infolgedessen fast unsichtbar ist, sehr an Bedeutung gewinnen.

Die letzten Fortschritte des photomechanischen Meßverfahrens lassen uns die bestimmte Hoffnung, daß uns die Photokarte als Luftschifferkarte kein unerreichbares Ziel mehr ist. Da die topographische Karte fast vollständig umgearbeitet werden muß und trotz dieser Umarbeitung nie die für die Aeronauten wünschenswerte Plastik[1]) erhält, so wachsen die Aussichten der Photokarte, da sie mechanisch automatisch hergestellt werden kann.

Die Karte des Luftschiffers soll mit dem Fahrzeuge von oben herab aufgenommen werden. Den Anblick von oben, dessen er zu seiner Orientierung bedarf, verschafft ihm nie und nimmer die topographische Karte, sie wird daher für aeronautische Zwecke auch in der besten Ausführung stets ein Notbehelf bleiben und niemals an die Leistungen der Ballonkarte herankommen, welche uns die fortschrittliche Entwicklung des photomechanischen Meßverfahrens und das Zeitalter des Vermessungsluftschiffes sicher verschaffen wird.

---

[1]) Ein einigermaßen befriedigender Ausweg kann durch Herstellung der Reliefkarte gefunden werden. Wir müßten hierzu ein ganzes Land im Maßstabe 1 : 200 000 aus der jetzigen topographischen Karte heraus zum Relief umarbeiten, dadurch, daß wir die einzelnen Höhenschichten aus den Blättern ausschneiden und mit oder ohne Überhöhung in bestimmte maßstäbliche Abstände übereinander setzen und dann stereoskopisch photographieren. Diese Karte könnte dann durch eine doppelte Abrollvorrichtung und durch eine einfache prismatische Vorrichtung betrachtet werden und würde einen sehr guten Einblick in die Tiefenverhältnisse der unter dem Luftfahrzeuge befindlichen Landschaft gewähren.

Denselben Zweck würden wir durch Herstellung eines Pinatypiedruckes auf noch einfacherem Wege erreichen. Hierdurch könnten wir die für die stereoskopische Raumauftragung notwendigen zwei Kartenfilme vermeiden und hätten nur diesen Pinatypiedruck durch eine einfache Brillenvorrichtung, die mit einem roten und einem grünen Glase versehen ist, zu betrachten, um den schönen stereoskopischen Effekt zu erreichen.

Je mehr man sich mit der Umarbeitung der topographischen Karte beschäftigt, desto intensiver tritt die Erkenntnis auf, daß mit dieser Umarbeitung die eigentlichen Anforderungen an eine Luftschifferkarte nicht erreicht werden können

# Der Stereoautograph

## des k. u. k. Hauptmannes Eduard Ritter von Orel.

Von Prof. E. Doležal in Wien.

Durch die Stereophotogrammetrie, welche von Dr. C. Pulfrich in Jena in die photographische Meßkunst eingeführt wurde, hat die Photogrammetrie Laussedats (Methode der Intersektion) eine Förderung von weittragender Bedeutung erfahren.

Der Stereokomparator, diese ingeniöse Erfindung des Dr. Pulfrich, ermöglicht es, den größten Teil des Inhaltes der aus den Endpunkten einer genau bekannten Basis aufgenommenen Stereogramme einer exakten Ausmessung zuzuführen, wodurch $x_1$, $y_1$ die Abszisse und die Ordinate des linken Bildes und $p = x_2 - x_1$ die Abszissendifferenz oder stereoskopische Parallaxe erhalten werden. Bei bekannter Bilddistanz der Stereokamera $f$ und der Länge der Basis $B$, den Normalfall der Stereophotogrammetrie vorausgesetzt, können durch Rechnung aus den Formeln:

$$\left.\begin{aligned} X_0 &= \frac{B}{p} \cdot x_1 \\ Y_0 &= \frac{B}{p} \cdot f \\ h = Z_0 &= \frac{B}{p} \cdot y_1 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

die wirklichen Raumkoordinaten des ausgemessenen Punktes bestimmt werden, wobei die Koordinaten $X_0$, $Y_0$ die Lagebestimmung, die Situation in der Ebene, besorgen und $Z_0$ mit der relativen Höhe $h$ des Punktes über dem Horizonte der linken Station ident ist.

Die drei Komparatordaten: $x_1$, $y_1$ und $p = x_2 - x_1$ gestatten aber auch, die Situation des ausgemessenen Punktes nebst seiner relativen Höhe durch Konstruktion zu ermitteln.

Zur Erleichterung der Rechnung, zur Vermeidung von Ermüdung, zum Schutze vor Rechenfehlern können bei zahlenmäßiger Bestimmung der Raumkoordinaten verschiedene Hilfsmittel: Rechenschieber, Rechenmaschine, Rechentafeln, Diagramme usw. mit Vorteil Verwendung finden. Auch für die konstruktive Bestimmung der Situation und der relativen Höhe sind mechanische Vorrichtungen zur Vereinfachung angegeben worden.

Um die drei Ausdrücke der Gleichung (1) für die Raumkoordinaten eines Punktes bequem direkt graphisch zu bestimmen, denken wir uns folgende Anordnung (Fig. 1).

Auf einem massiven, gut geebneten, mit Papier bespannten Brette seien auf einer Geraden $GG$ die Drehungspunkte $A$, $B$, $C$ dreier Hebel $R$, $H$ und $P$ gelegen. Im Abstande $f$ (der Bilddistanz der stereophotogrammetrischen Kamera) von den Punkten $A$ und $B$ befinden sich Maßstäbe, und zwar gehört zu $R$ die Abszissenskala, zu $H$ die Ordinatenskala. Der dritte Hebel $P$, der in bezug auf den Punkt $J$ beliebig verstellt werden kann, zu-

meist so, daß $JC = n.b$ ist, wobei $b$ die im Kartierungsmaßstabe $1:m$ reduzierte Basis und $n$ einen günstig gewählten Faktor (Fig. 2) bedeuten, besitzt im Abstande $\frac{f}{n}$ die Parallaxenskala. Parallel zur Geraden $GG$ ist ein Lineal $LL$ verstellbar, welches beim Hebel $H$ eine verschiebbare Teilung, die Höhenskala, trägt.

Die in der Figur mit $R_0$, $H_0$ und $P_0$ bezeichneten Hebelsteilungen geben die Normallagen derselben an, wenn $x_1 = y_1 = p = o$ sind.

Angenommen, die Basis $B$ bei der stereophotogrammetrischen Aufnahme sei gegeben, der Maßstab, in welchem der Plan oder die Karte in der Situation darzustellen sind, sei $1:m$, und die Komparatordaten eines ausgemessenen Punktes seien: $x_1$, $y_1$ und $p$. Um $X$, $Y$, $Z$, beziehungsweise um die Situation des Raumpunktes in dem angenommenen Maßstabe und dessen Kote zu erhalten, wird man wie folgt verfahren:

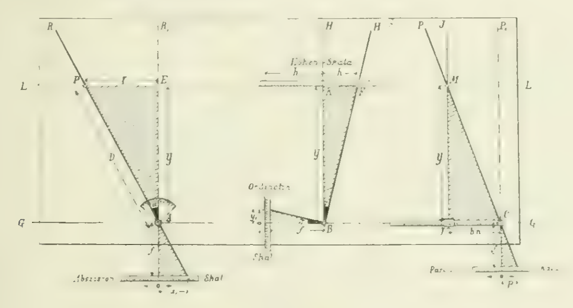


Fig. 1.

1. Es wird der Träger des Parallaxenhebels, das geteilte Basislineal, bei $J$ auf $n.b = n.\frac{B}{m}$ und die auf dem Lineale $LL$ verschiebbare Höhenskala auf $h_0$, die absolute Höhe der linken Station, gebracht;

2. nun wird der Hebel $R$ auf $x_1$ gestellt; dann gibt, den Punkt $A$ als linken Standpunkt der Stereoaufnahme betrachtet, das Lineal $R$ die Richtung nach der Situation des Punktes, daher für $R$ die Bezeichnung Richtungslineal gerechtfertigt erscheint;

3. der kürzere Schenkel des Winkelhebels $H$ wird auf der entsprechenden Seite der Ordinatenskala um $y_1$ verschoben, wodurch der längere Schenkel um denselben Winkel $\gamma$ verdreht wird, dessen Tangente ist: $tg\,\gamma = \frac{y_1}{f}$;

4. wird auf dem kürzeren Arme des Parallaxenhebels $P$ die Parallaxe $p$ eingestellt, so trifft dieser Hebel die durch $J$ normal zu $GG$ verlaufende Gerade im $M$. Aus der Ähnlichkeit der schraffierten Dreiecke folgt unmittelbar:

$$MJ : n.b = \frac{f}{n} : p$$

und ferner

$$MJ = \frac{nb \cdot \frac{f}{n}}{p} = \frac{b}{p} \cdot f = Y = \frac{Y_0}{m}. \tag{2}$$

Diese Strecke $MJ = Y$ stellt den Abstand der Ebene gleicher Parallaxe $p$ vor, deren Trasse wir uns durch das Lineal $LL$ versinnlichen können.

Die Berechtigung zur Bestimmung des Punktes $M$ durch das Parallaxenlineal in Fig. 1 mit Zuhilfenahme einer vielfachen Basis $n \cdot b$ und eines aliquoten Teiles der Bilddistanz $\frac{f}{n}$ zeigt die Fig. 2, welche wohl keiner speziellen Beweisführung für die Richtigkeit der Lagebestimmung der Punkte $R$ und $S$ bedarf.

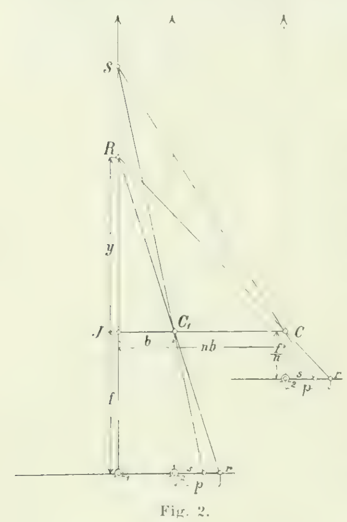


Fig. 2.

Die spitzen Schnitte bei $R$ und $S$ mit unmittelbarer Verwertung der Basis $b$ und der Bilddistanz $f$ sind eliminiert, an ihre Stelle treten bei Benutzung von $n \cdot b$ und $\frac{f}{n}$ Schnitte unter günstigeren Winkeln, wodurch eine größere Schärfe in der Bestimmung der Lage der Punkte $R$ und $S$ gewährleistet wird.

Das Distanzlineal $LL$, mit $R$ und $R_0$ sowie $H$ und $H_0$ zum Schnitte gebracht, ermöglicht die Betrachtung zweier Paare ähnlicher Dreiecke, die in der Fig. 1 schraffiert sind. Am Richtungslineale ist $AE = Y$, somit

$$PE : AE = x_1 : f,$$

woraus

$$PE = \frac{AE \cdot x_1}{f} = \frac{b}{p} \cdot x_1 = X = \frac{X_0}{m} \tag{3}$$

also die Abszisse des Raumpunktes sich ergibt, oder der Punkt $P$ stellt die Situation des Raumpunktes dar.

**Anmerkung:** Würde man in $A$ einen geteilten Kreis anbringen, so könnte der Winkel $\alpha$ unmittelbar an der Kante des Richtungslineales abgelesen werden; wäre auch das Richtungslineal mit einer Teilung versehen, deren Nullpunkt in $A$ läge, so könnte bei $P$ unmittelbar die Distanz $D$ abgelesen werden. Auf diese Art hätte man für die Situation $P$ die Polarkoordinaten den Polarwinkel $\alpha$ und den Radiusvektor $D$.

Am Winkelhebel $H$ resultiert aus der Ähnlichkeit der schraffierten Dreiecke:

$$BK : KF = y_1 : f$$

und setzt man

$$BK = Y,$$

so folgt:
$$\overline{KF} = \frac{\bar{Y} \cdot y_1}{f} = \frac{b}{p} y_1 = Z = \frac{h}{m} = \frac{Z_0}{m} \tag{4}$$

als die dritte Koordinate des Raumpunktes oder dessen relative Höhe $h$ über dem Horizonte der linken Station. Stellt $h_0$ die absolute Höhe des genannten Horizontes vor, so ist

$$H = h_0 + h = h_0 + m\,Z_0 \tag{5}$$

die absolute Höhe des Punktes $P$, deren Wert zur Situation des Raumpunktes hinzugeschrieben werden kann; hierbei wird vorausgesetzt, daß die Höhenskala im Verjüngungsverhältnisse der Situation geteilt und danach beschrieben ist.

Mit einer vorstehend beschriebenen Vorrichtung, die im Wesen ein Rechen- und Kartierungsapparat ist, läßt sich auf dem im Bereiche des Richtungshebels befindlichen Zeichenpapiere unmittelbar der kotierte Plan herstellen.

Die Arbeit selbst müßte in folgender Weise vor sich gehen: Die Person $A$ führt die Plattenausmessung am Stereokomparator aus und gibt die Größen: $x_1$, $y_1$ und $p$ an; die Person $B$ besorgt am kombinierten Rechen- und Kartierungsapparate die Situation und die Kote des betreffenden Punktes, welche der Situation beigefügt wird.

Der kotierte Plan wird nun in der Weise vervollständigt, daß Eigentumsgrenzen, Kommunikationen etc. festgestellt und in bekannter Weise die Schichtenlinien konstruiert werden, wobei die Photographien, die auch stereoskopisch betrachtet werden können, vorzügliche Dienste leisten werden.

Anmerkung: Wird auf dem geteilten Kreise, respektive Segmente des Richtungshebels der Polarwinkel $\alpha$ und auf der Distanzteilung dieses Hebels der Radiusrektor $D$ abgelesen, so sind die Größen: $\alpha$, $D$ und $H$, wie sie die Tachymetrie liefert, bekannt. Diese tachymetrischen Elemente ermöglichen es, mit bekannten Kartierungsapparaten, die auf Polarkoordinaten beruhen, oder mit einem einfachen Transporteur, verbunden mit einer Distanzskala, einen kotierten Plan in einem beliebigen Maßstabe herzustellen, wie es heute bei geodätischen Arbeiten der Ingenieurpraxis geschieht.

Dieselben Verschiebungen, welche den kürzeren Schenkeln der drei Hebeln $R$, $H$ und $P$ sukzessive erteilt werden, erfahren auch die justierten Stereoplatten im Komparator bei der Ausmessung eines Raumpunktes durch den Beobachter.

Der Vorgang hierbei ist, kurz skizziert, der folgende: Vorausgesetzt, die Stereoplatten seien richtig und in justierter Lage im Komparator eingelegt, so wird bei Inanspruchnahme bloß des linken Okulares des Telemikroskopes die vorher scharf eingestellte Mikroskopmarke auf den ins Auge gefaßten Punkt auf der linken Platte scharf eingestellt, zu welchem Zwecke der Hauptschlitten mit der Abszissenschraube (Seitenrad) um die lineare Größe $x_1$, die Abszisse des linken Bildes, und das Mikroskop auf dem Höhenschlitten mittels der Ordinatenschraube (Höhenrad) um das lineare Stück $y_1$, die Ordinate des linken Bildes, verschoben werden.

Hierauf wird, indem man beide Okulare des Mikroskopes benutzt, durch die Parallaxenschraube (Tiefenrad) die rechte Platte mit dem

Nebenschlitten entsprechend verschoben und durch Superposition das Kombinationsbild beider Platten als plastisches Gebilde hergestellt. Der Gesichtsfeldbezirk des Mikroskopes um die mit der Marke gekennzeichnete Stelle erscheint derart plastisch, daß die im Raume schwebende Mikroskopmarke präzise auf den ins Auge gefaßten Punkt eingestellt werden kann. Hierbei wurde die rechte Platte um eine lineare Größe, $p = x_2 - x_1$, die stereoskopische Parallaxe, verschoben.

Nach Ablesung der Größen $x_1$, $y_1$ und $p = x_2 - x_1$ an den bezüglichen Maßstäben ist die Ausmessung eines Punktes im Stereokomparator beendet.

Hauptmann v. Orel, seit Jahren mit photogrammetrischen Arbeiten im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien beschäftigt, faßte nun den Gedanken, die mechanischen Funktionen des Stereokomparators auf einen anderen Apparat zu übertragen, der nach Fig. 1 die linearen Größen $x_1$, $y_1$ und $p = x_2 - x_1$ zur automatischen Verstellung eines Hebelkomplexes auswertet und der geradezu automatisch die Situations- und Höhenbestimmung vollführt.

Das Instrument Orels, welches die automatische Verwertung der Komparatordaten besorgt, besteht aus einem Stereokomparator und aus einem Rechen- und Kartierungsapparate, welche beide miteinander in geeigneter Weise verbunden sind. Ein Teil dieses kombinierten Instrumentes wurde vom Schreiber dieser Zeilen gelegentlich einer Mitteilung des damaligen Oberleutnants v. Orel im Jahre 1908 Autostereograph benannt; heute ist nunmehr das vervollkommnete Instrument in die Literatur unter dem Namen Stereoautograph eingeführt.

Auf Seite 43 ist im oberen Teile Fig. 3 die Abbildung des Stereoautographen, wie ihn die Firma Carl Zeiss in Jena als Modell 1909 für das k. u. k. Militärgeographische Institut in Wien geliefert hat, ersichtlich; der untere Teil der Seite Fig. 4 zeigt die schematische Darstellung des Instrumentes.

Auf Fig. 3 ist auch das gelungene Porträt des Erfinders des Stereoautographen: Oberleutnant E. v. Orel zu sehen.

Das Rechen- und Kartierungsinstrument ist mit dem Stereokomparator mittels der drei Hebel $R$, $H$ und $P$, und zwar durch die Führungen bei $F_R$, $F_H$ und $F_P$ verbunden.

Die drei genannten Hebel dienen zur graphischen Bestimmung der Raumkoordinaten, und zwar liefert der Parallaxenhebel die Ordinate:

$Y = \frac{b}{f} \cdot p$, der Richtungshebel neben der Richtung $\alpha$ die Abszisse:

$X = \frac{b}{f} \cdot x_1$ und durch den dritten Hebel, den Winkel- oder Höhenhebel, wird erhalten die relative Höhe: $\frac{h}{m} = Z = \frac{b}{f} \cdot y_1$, beziehungsweise man erhält an der Höhenskala, falls die Horizonthöhe $h_0$ der linken Station eingestellt wurde, die Höhe $H$ des betreffenden Punktes.

Der Stereoautograph besitzt an dem Parallaxen- und Höhenlineale

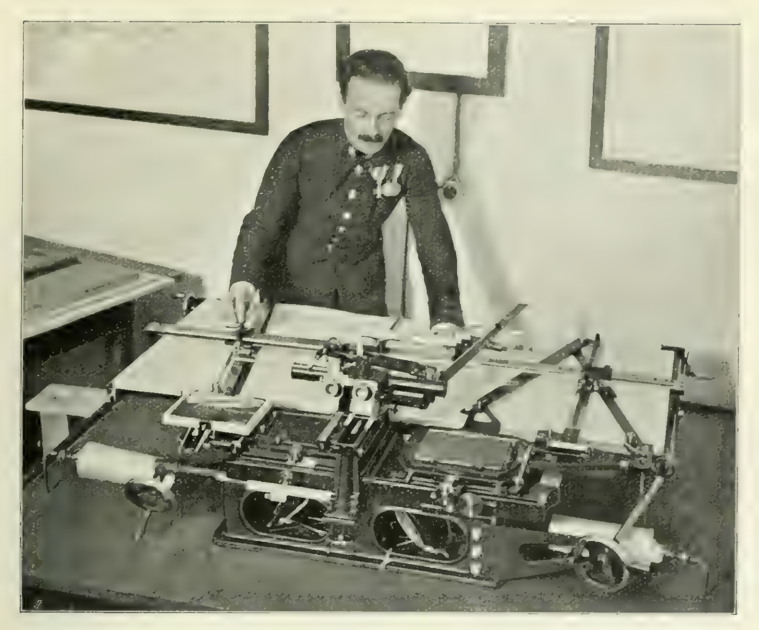


Fig. 3.

Fig. 4

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $EE$ | Richtungshebel. | $F_H$ | Führung von $HH$ | $K_I$ | [illegible] |
| $HH$ | Höhenhebel | $F_P$ | Führung von [illegible] | $K_H$ | [illegible] |
| $PP$ | Parallaxenhebel | $Kk_H$ | Höhenskala | [illegible] | [illegible] |
| $A_1$ $B_1$ $K_B$ | Drehpunkte dieser Hebel | $SS$ | Trasse [illegible] | | |
| $GG$ | Gerade dieser Drehpunkte | $Jk_B$ | Basis | | [illegible] |
| $LL$ | Distanzlineal o. Brücke. | $k_B$ | Basiskuppelung | | |
| $F_E$ | Führung von $EE$ | | | | |

$X_1 Y_1 Z$ Raumkoordinaten von [illegible]

Kuppelungen; bei $K_B$ ist die Basiskuppelung, welche die Wahl des Multiplikationsfaktors $n$ ermöglicht, wobei eventuell auch für eine Einstellung bei $J$ vorgesorgt werden kann, und bei $K_P$ ist die Parallaxenkuppelung, an welcher der Schnitt des Parallaxenlineals $P$ mit $JJ$ zufolge von $b.n$ und $\frac{f}{n}$ unter einem günstigen Winkel stattfindet. Der Höhenkuppelung $K_H$ fällt eine wichtige Aufgabe zu bei der direkten Bestimmung der Schichtenlinien; sie ermöglicht es, daß der Schnittpunkt von $LL$ mit dem Höhenlineale $H$, d. i. $K_H$ stets auf derselben Geraden $SS$ erhalten werden kann; das Höhenrad wird außer Funktion gesetzt; das Mikroskop folgt lediglich den Bewegungen des Höhenhebels $H$ und die Mikroskopmarke bleibt im plastischen Bilde in der Schichtenebene $SS$ und der Punkt $P$ am Schnitte von $LL$ mit dem Richtungslineale beschreibt die zugehörige Isohypse.

Ein wichtiger Bestandteil des Kartierungsapparates ist das Lineal $LL$, die sogenannte Brücke; sie überträgt die mittels des Parallaxenhebels bestimmte Distanz $Y$ auf das Richtungs- und Höhenlineal, sie verläuft streng parallel zu $GG$. Die Brücke ist linealartig gestaltet, reicht über die ganze Tischplatte, auf welcher der Kartierungsapparat ruht, an den Tischrändern bekommt sie durch sorgfältig gearbeitete Spindeln, die mittels Handrädern reguliert werden, eine sichere Führung; mittels besonderer Einrichtungen ist es gelungen, ihre dem Stereokomparator zugewendete Kante stets durch den idealen Schnittpunkt des Parallaxenhebels $P$ und des Armes $JJ$ in $K_P$ zu bringen, wodurch es auch möglich wird, die Brücke geradezu automatisch den Bewegungen des erwähnten Schnittpunktes $K_P$ anzupassen, und zwar so, daß $LL$ stets parallel zu $GG$ bleibt. Die Funktion der Brücke erfordert seitens der mechanischen Werkstätte die größte Aufmerksamkeit.

Die Bewegung der Brücke wird mit dem Tiefenrade (Parallaxenschraube), das an der rechten Vorderseite des Komparators sich befindet, bewirkt, wodurch die Verschiebung der rechten Platte auf dem Nebenschlitten um $p = x_2 - x_1$ vorgenommen wird. Die Brücke kann aber auch mit zwei Handrädern bewegt werden, die sich auf der vom Stereokomparator abgewendeten Seite des Kartierungsapparates befinden; sie werden gewöhnlich von einem Assistenten gehandhabt, wenn es sich um Lösung spezieller Aufgaben mit dem Stereoautographen handelt.

Der Höhenhebel $H$ mit der Höhenskala befindet sich nicht in derselben Ebene mit dem Richtungs- und Parallaxenhebel, sondern ist etwas höher gelegt, um die Bewegung der Brücke nicht zu hindern.

Der Schnittpunkt $P$ des Richtungslineales $R$ mit der Brücke $LL$ wird durch einen Stift (Bleistift) markiert, der die Situation von Punkten oder Linien unmittelbar in einer Bleistiftspur ersichtlich macht.

## Handhabung und Anwendung des Stereoautographen.

Eine Reihe von Aufgaben geodätischer Natur ist es, welche mit dem Stereoautographen auf rein mechanischem Wege durch automatische Wirkungsweise des mit dem Stereokomparator verbundenen Kartierungsapparates in der denkbar kürzesten Zeit und nahezu mühelos gelöst werden

können. Die graphischen Darstellungen können hierbei in der Situation in einem beliebigem Maßstabe erhalten werden. Nachstehend wird die Lösung einiger Beispiele aus der Terrainaufnahme vorgeführt und es werden hierbei auch die Manipulationen mit dem Stereoautographen geschildert; in den Endpunkten der Basis werden normale Stereoaufnahmen vorausgesetzt.

Es sollen besprochen werden:

1. Die Bestimmung der Situation und Höhe einzelner Terrainpunkte;

2. die Bestimmung der Situation von Linien im Terrain, wie Kommunikationen (Straßen, Wege . . .), Parzellen- und Eigentumsgrenzen, Wasserläufe (Bächen, Flüssen . . .), Uferlinien von Teichen, Seen . . .; ferner

3. die Feststellung der Linien, die für die Terrainkonfiguration maßgebend sind, wie Höhen- und Tiefenlinien, Verschneidungen, Rückenlinien usw.;

4. die Bestimmung von Terrainprofilen;

5. die direkte Ermittlung von Schichtenlinien, beziehungsweise eines Schichtenplanes, in welchem die Schichtenhöhe einen beliebigen Wert hat und

6. die Bestimmung der Schichtenlinien auf photographischen Kopien.

Wir denken uns die Mikroskopokulare für die Augen des Beobachters richtig eingestellt, die zusammengehörenden Platten der Stereoaufnahme in den Komparator eingelegt und justiert; hierbei werden die durch die Marken der Bildebenen bestimmten Koordinatenrichtungen mit den Richtungen der Schlittenbewegungen zusammenfallen, die räumliche Marke des Mikroskopes wird mit dem Ursprunge der Koordinaten der Stereogramme koinzidieren und die Schlitten sind in der Grundstellung.

Ad 1. Bei der Situationsbestimmung von Punkten zwecks planlicher Darstellung eines Terrainteiles wird vorerst auf den Faktor $n$ und die Höhenskala am Höhenhebel auf die Horizonthöhe $h_0$ des linken Standpunktes eingestellt. Wenn nun im linken Okulare die Marke $M_l$ auf der linken Platte mit einem Punkt $p$ mittels des Seiten- und Höhenrades scharf zur Koinzidenz gebracht wurde, so erhalten das Richtungs- und das Höhenlineal die richtige Lage. Hierauf wird im rechten Okulare durch Bewegung des Parallaxenrades (Tiefenrades) die Marke $M_r$ mit $M_l$ zu einem Raumbilde verschmolzen und der Beobachter gewahrt die Mikroskopmarken als eine einzige im Raume schwebende Marke, welche er mit großer Schärfe auf den ins Auge gefaßten Punkt einstellen kann.

Durch das Parallaxenlineal bekommt die Brücke $LL$ den richtigen Abstand $Y$ on der Basis der Aufnahme und an der Schnittstelle des Richtungslineales mit der Brücke kann die Situation $P$ markiert oder mit einer Pikiervorrichtung gestochen werden und am Höhenlineale gibt die Ablesung an der Höhenskala die relative Höhe über dem Horizonte des linken Standpunktes, oder mit Berücksichtigung von $h_0$ die Kote $H = h_0 + h$ des Punktes, welche zu dem gestochenen Punkte hinzugefügt werden kann.

Ad 2. Handelt es sich darum, eine kontinuierliche Linie, welche im Terrain als Straße usw. sich darstellt, in bezug auf ihre Situation zu ermitteln, so wird die Marke des Tele-Stereomikroskopes auf den Anfangspunkt dieser Linie eingestellt. Durch gleichzeitige Betätigung der drei Räder:

Abszissen-, Ordinaten- und Parallaxenrad (Seiten-, Höhen- und Tiefenrad) wird die Marke stets auf der Terrainoberfläche der betreffenden Linie gehalten; der Stift an der Kreuzungsstelle von Richtungslineal und Brücke zeichnet automatisch die Situation dieser Linie in dem an dem Basislineale angenommenen Reduktionsverhältnisse.

Natürlich läßt sich auch zu jedem gewünschten Punkte dieser Situation die Kote auf der Höhenskala ablesen und zur Situation vermerken. Dadurch wird es auch möglich, das Profil der Linie in üblicher Darstellung zu zeichnen.

Ad 3. Auch die Bestimmung von für die Terraingestaltung maßgebenden Linien: Höhen- und Tiefenlinien usw. erfolgt an der Hand des plastischen Bildes nahezu mühelos.

Wird bei einem markanten Punkte, z. B bei der Rückenlinie, durch Einstellung der Mikroskopmarke begonnen, so läßt sich bei geschickter Handhabung der drei Räder und bei sicherem Verfolgen der Marke im stereoskopischen Bilde längs der Rückenlinie durch den Situationsstift unmittelbar der Verlauf der Rückenlinie im Plane darstellen. Analog geht es mit Bestimmung der Tiefenlinien, Verschneidungen, Begrenzungslinien von Mulden, Formenlinien usw., kurz allen für die Terrainkonfiguration wichtigen Terrainlinien.

Ad 4. Was die Ermittlung von Profilen zwischen zwei auf dem Plane gegebenen Punkten $A$ und $B$ betrifft, so wird nachstehender Vorgang eingehalten. Einem assistierenden Gehilfen fällt die Aufgabe zu, auf der dem Stereokomparator gegenüberliegenden Seite mittels des Hand- und Seitenrades den Situationsstift des Richtungslineales stets auf der Trasse des Profiles zu führen, während der Beobachter im Mikroskope bemüht ist, mittels des Höhenrades die Marke stets auf dem Terrain festzuhalten.

Der Gehilfe kann, wenn gewünscht, von 10 zu 10 oder 20 zu 20 $m$ die Kote an der Höhenskala ablesen und zur Situation hinzufügen. Die zeichnerische Darstellung des Profiles selbst kann an der Hand dieser Daten anstandslos erfolgen.

Ad 5. Die interessanteste Anwendung des Stereoautographen führt auf die Bestimmung einzelner Schichtenlinien, beziehungsweise eines Schichtenplanes.

Angenommen, die absolute Höhe des Horizontes des linken Bildes sei 584 $m$ und es soll zuerst die Schichtenlinie 700 $m$ bestimmt werden.

Das Parallaxenlineal ist durch die Parallaxenkuppelung auf den Multiplikationsfaktor $n$ eingestellt und ebenso die Höhenskala auf $h_0 = 584\,m$ für den Horizont der linken Station.

Nun wird die Höhenkuppelung $H_{//}$ auf die Kote 700 eingestellt, auf die Schichtenhöhe, für welche die Isohypse bestimmt werden soll. Die lose Kuppelung ermöglicht es, daß bei Betätigung des Seiten- und Tiefenrades der Beobachter im Mikroskope die Marke stets auf dem Terrain verfolgen kann; Die Höhenkuppelung $K_{//}$ verläßt die Gerade $SS$, die Trasse der Schichtenebene 700 $m$ in der Umlegung, nicht und der Situationsstift $P$ des Richtungslineales beschreibt in der horizontalen Projektion, dem Plane, den Schnitt

der Horizontalebene 700 mit dem Terrain, die Schichtenkurve 700, automatisch ohne weiteres Zutun der am Instrumente Beschäftigten.

Wird die Höhenkuppelung auf 800 *m* eingestellt, so wird die Isohypse 800 *m* erhalten usw.

So wurde der in Fig. 5 bestimmte Schichtenplan mit der Schichtenhöhe $h = 20\,m$ erhalten, der ein Gebiet aus der Ötztalergruppe darstellt. Die Hunderterschichtenlinien sind stärker gezeichnet und am Rande beschrieben.

Ad 6. Die Schichtenlinien auf den photographischen Kopien können vielfach zum Studium des Terrains, das zwischen zwei Schichtenlinien sich befindet, mit Vorteil verwendet werden; ihre Bestimmung erfolgt gleichzeitig mit der Darstellung des Schichtenplanes und wird wie diese automatisch erhalten.

Links von der linken Platte (Seite 43, Fig. 3 und 4) in gleicher Lage mit dieser wird eine Kopie der Aufnahme aus dem linken Standpunkte befestigt; mit dem linken Ende des Mikroskopes ist ein verstellbarer, mit einer regulierbaren Spitze versehener Metallarm verbunden; die Spitze kann in einem gegebenen Falle genau auf einen im Mikroskope eingestellten Punkt gebracht werden. Wenn nun die durch den Punkt gehende Isohypse im Stereokomparator mit der Mikroskopmarke befahren wird, so wird die Spitze des Auslegearmes genau dieselben Bewegungen vollziehen wie die auf der Schicht wandernde Marke des Telemikroskopes. Hinterläßt die Spitze auf der Kopie eine färbige Spur, so ist diese offenbar die auf der Kopie abgebildete Schichtenlinie. In Fig. 6 sind auf der Photographie die im Abstande von 100 *m* geführten Schichtenlinien ersichtlich.

Für viele Zwecke kann es vorteilhaft und wünschenswert sein, den Verlauf der Schichtenlinien auf der Photographie verfolgen zu können; das Terrain zwischen zwei Schichtenlinien kann nun in seinen Details genau studiert werden, so daß die Terraingestaltung des Schichtenmantels klar erfaßt und eventuell dargestellt wird. Hierbei können besondere Handstereoskope, wie sie im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien in der photogrammetrischen Abteilung benutzt werden, zur präzisen Beobachtung gute Dienste leisten.

## Ausgeführte Arbeiten mit dem Stereoautographen und ihre Genauigkeit. Anwendungsgebiete der Stereoautographie.

Für die Brauchbarkeit einer Methode, eines Instrumentes ist die Leistungsfähigkeit maßgebend, welche einerseits durch die erzielte Genauigkeit charakterisiert wird und anderseits durch den für die Durchführung der Arbeiten erforderlichen Zeitaufwand beurteilt werden kann.

Bei den phototopographischen Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Institutes fand Hauptmann v. Orel reichlich Gelegenheit, den Stereoautograph zur Anwendung und Erprobung zu bringen.

Schon der erste Versuch, bei welchem im Sommer 1907 das Ortlergebiet stereophotogrammetrisch aufgenommen wurde und wo im Winter 1908/09 das erste Modell des Kartierungsapparates, den das math.-mech.

**Schichtenplan der Hänge des Hinter-Seelenkogels in Pfeldererertal der Ötztalergruppe.**




Maßstab 1 : 50.000

Schichtenhöhe 20, bezw. 100 *m*.

Die Situations- und Schichtenbestimmung mit dem Stereoautographen hergestellt.

Fig. 5.

Darstellung der Schichtenlinien in der Photographie.




Stereogramm von der linken Basisstation in 2121 *m* Höhe

Photographie von Oberleutenant E. v. Orel.

Die Hänge des **Hinteren Seelenkogels** im Pfeldererlal der Ötztalergruppe oberhalb Pfelders.

Fig. 6.

Institut von Rud. und Aug. Rost in Wien ausgeführt hat, in Verbindung mit dem Stereokomparator zur Erprobung gelangte, lieferte ein überraschend gutes Resultat. Die Feldarbeit erforderte 8 Tage, die sich ergebenden Zimmerarbeiten am Stereokomparator und mit dem Stereoautographen wurden in 10 Tagen erledigt. Hierbei konnte man die Schichtenlinien noch nicht als kontinuierliche Kurven sofort in der Situation automatisch ziehen, sondern es wurden einzelne markante, gleich hohe Punkte mit dem Autostereographen bestimmt und dann wurden mit Hilfe der Stereoskopbilder bei Berücksichtigung der Zwischenformen des Terrains die Schichtenlinien freihändig durch Verbindung dieser gleich hohen Punkte als kontinuierliche Kurven gezogen. Die Terrainzeichnung, welche Hauptmann Popp in der im Maße 1:25.000 ausgeführten Situation, gestützt auf Stereoskopbilder, ausführte, muß ob ihrer Naturtreue überraschen.

Die Mappierung, welche im Sommer 1909 in das Ortlergebiet kam, konnte die stereophotogrammetrische und die Arbeit mit dem Autostereographen vielfach kontrollieren und Nachmessungen anstellen, welche zufriedenstellende Resultate ergaben.

Die auf Tafel IV dargestellte Karte war das erste größere Resultat einer mit dem automatischen Verfahren hergestellten Arbeit. Diese gelungene Ortler-Aufnahme wurde auf der Internationalen photographischen Ausstellung zu Dresden 1909 mit dem Ehrenpreise (höchste Auszeichnung) und auf der Internationalen Transportmittelausstellung in Buenos Aires 1910 mit dem Grand prix ausgezeichnet.

In den folgenden Jahren (1909 bis 1911) wurden von der Photogrammetrischen Abteilung des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien unter Hauptmann v. Orels Leitung ausgedehnte stereophotogrammetrische Aufnahmen in unseren Alpen, und zwar in der Ötztaler-, Tuxer-, Stubaier- und Zillertaler-Gruppe ausgeführt und mit Hilfe des Stereoautographen, welchen die Firma Carl Zeiss in Jena hergestellt hat, ausgewertet.

Mappeure, welche Gelegenheit hatten, die mit dem Katastergerippe und die mit den stereoautographisch bestimmten Situationen und Schichtenlinien versehenen Blätter zu überprüfen, bestätigen die erfreulich guten Resultate. Auch Kontrollmessungen der Höhen, welche auf nivellitischem Wege erfolgten, lieferten eine gute Übereinstimmung mit den Resultaten der Stereoautographie.

Um über die erforderliche Arbeitszeit eine Vorstellung zu erhalten, sei folgendes bemerkt: das hochgelegene Gebiet der Zwickauerhütte im Passeiertale in einer Flächenausdehnung von 20 $km^2$ erforderte zwei Tage Feldarbeit, wobei das Gebiet von zwei Doppelstationen stereophotogrammetrisch bewältigt wurde. Die Zimmerarbeit wurde in 16 Stunden ausgeführt, es wurde eine Karte im Maße 1:25.000 mit dem Schichtenabstande von 20 *m* in den unteren und 100 *m* in den oberen Partien hergestellt. Es ist gelungen, die Karte nahezu lückenlos auszuführen. In der Fig. 5 ist etwa ein Drittel dieser Partie, und zwar die Hänge des Hinteren Seelenkogels im Pfeldertale darstellend, in der Reduktion als Schichtenplan im Maße 1:50.000 ersichtlich.

Eine weitere Genauigkeitsuntersuchung wurde auf Grund von Vergleichsaufnahmen im Spätherbst 1909 in einem flachen Gebiete durchgeführt.

Der Artillerieschießplatz zu Hajmáskér in Ungarn wurde tachymetrisch aufgenommen und der Plan im Maße 1 : 10.000 mit der Schichtenhöhe von 1 *m* kartiert. Hierauf wurde dasselbe Terrain stereophotogrammetrisch festgelegt, die Schichtenlinien direkt mit dem Stereoautographen automatisch gezogen und eine große Zahl von tachymetrischen Standpunkten des Mappeurs und von tachymetrischen Detailpunkten der Lage und Höhe nach stereoautographisch bestimmt.

Die Übereinstimmung der letzgenannten Stand- und Detailpunkte war eine überraschend genaue; in dem Verlaufe der Schichtenlinien zeigten sich Differenzen, was dadurch erklärlich ist, daß die Schichtenlinien der Tachymetrie durch Interpolation erhalten werden und hierbei die Schichtenführung nicht genau den Terrainformen angepaßt werden kann, während die automatische Schichtenführung im Stereokomparator einen Verlauf der Schichtenlinien liefert, der ein reiches Formendetail bietet und entschieden naturgetreu wirkt.

Hauptmann v. Orel hat auch versuchsweise stereophotogrammetrische Aufnahmen von Terrainpartien gemacht, mit dem Stereoautographen ausgewertet und Pläne im Maßstabe für technische Zwecke hergestellt, um auch die Brauchbarkeit der Stereoautographie für Ingenieurzwecke zu dokumentieren. Wir zweifeln absolut nicht daran, daß der Stereoautograph auch im Dienste des Ingenieurs Gutes leisten wird.

In der Topographie bei der Militäraufnahme wird man die Stereophotogrammetrie und den Stereoautographen gewiß nicht mehr missen können. Heute bekommt der Mappeur ein Blatt, auf welchem, abgesehen von den trigonometrischen Punkten und dem spärlichen Katastergerippe im Hochgebirge, ein verläßlicher Schichtenplan des Terrains enthalten ist; es sind topographisch wichtige Linien als: Höhen- und Tiefenlinien, Felsbegrenzungen, Waldlisieren usw. samt allen in Frage kommenden charakteristischen kotierten Terrainpunkten eingetragen. Mit solchen Unterlagen kann der Mappeur die Sommerkampagne bestens auswerten. Uneingesehene Räume werden natürlich ergänzt, die Kommunikationen klassifiziert, die Nomenklatur eingetragen usw., da die zeitraubenden Situations- und Höhenbestimmungen zum großen Teil entfallen, so ist der Mappeur in der Lage, ein weit größeres Arbeitsquantum zu erledigen als früher.

Die Anwendungsgebiete des Stereoautographen sind, wie jene der Stereophotogrammetrie, ausgedehnt. Ohne auf Detaildarstellungen der Anwendung einzugehen, sei darauf verwiesen, daß der Stereoautograph bei Trassierungen von Kommunikationen für Ingenieurzwecke gewiß mit Vorteil Verwendung finden wird, daß der Militär bei einer Reihe von Fragen, wie: bei Aufnahme von Befestigungen, bei Verwertung von Aufnahmen aus dem Ballon und dem Aeroplan, bei Küstenaufnahmen der Marine, bei Lösung verschiedener Aufgaben der Ballistik, bei Messung der Flugbahnen von Geschossen usw. den Stereoautographen benutzen wird, leuchtet von selbst ein, daß Architekten auch die großen Vorteile der Situations- und Höhen-

bestimmung ausnutzen werden. ist gewiß zu erwarten und daß auch Ballonaufnahmen im Stereoautographen ausgewertet werden, läßt der Ballonphotogrammetrie eine schöne Zukunft erhoffen.

Die Tatsache, daß es gelungen ist, den Stereoautographen derart zu modifizieren, daß auch Aufnahmen mit verschwenkten Platten ausgewertet werden können, bedeutet einen großen Erfolg, wird es doch dadurch möglich, die Grenzen des Aufnahmefeldes der stereophotogrammetrischen Aufnahmen bedeutend zu erweitern.

Wenn wir weiter hören, daß es keine Schwierigkeit mehr bieten wird, den Stereoautographen zur Erzeugung von Plastiken auszugestalten und so einen Raumpantographen zu schaffen, so muß man sich herzlich freuen über die so erfolgreich ausgewertete Idee des Hauptmann v. Orel, für welche der Stereokomparator Dr. Pulfrichs die Grundlage schafft.

Der Erfinder des Stereoautographen Hauptmann v. Orel gedenkt mit anerkennenden Worten der intensiven Mitarbeit der wissenschaftlichen Berater und der Konstrukteure der Firma Carl Zeiss in Jena, die schon mit dem Pulfrichschen Stereokomparator und nunmehr mit dem Stereoautographen von Orel ganz besondere Leistungen auf dem Gebiete der Präzisionsmechanik geboten hat.

---

## Literatur.

**Brückner, Prof. Dr. E.**, „Oberleutnant Ed. Ritter von Orels Stereoautograph als Mittel zur automatischen Herstellung von Schichtenplänen und Karten" in den „Mitteilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien", 1911, Heft 4.

**Orel Eduard**, Ritter von, k. und k. Oberleutnant. Lehrer der photogrammetrischen Abteilung des Militärgeographischen Institutes in Wien: „Der Stereoautograph als Mittel zur automatischen Verwertung von Komparatordaten" in den „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes", XXX. Band, Wien 1911.

**Prochaska Alois**, Edler von Mühlkampf, k. u. k. Major des Geniestabes, Lehrer am Höheren Geniekurse: „Oberleutnant von Orels Stereoautograph" in den „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens", Jahrgang 1911, Wien 1911.

**v. Steeb**, Feldzeugmeister d. R. Chr. Freiherr: „Der Stereoautograph und die Kartographie", veröffentlicht in *a)* „Petermanns Mitteilungen" 1911 und *b)* „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens", Jahrgang 1911, Wien 1911.

## Aus der Sektion „Laussedat"

### der „Société française de Photographie" in Paris.

### Le téléphotographie en dirigeable et en aéroplane, ses applications à la défense nationale.

Par E. Moussard.

La locomotion aérienne dont l'évolution rapide exerce déjà une grande influence sur tout ce qui offre un caractère scientifique et militaire, devient entre les mains des stratégistes, des géographes, des astronomes, des météorologistes, des explorateurs, etc. soit une arme, soit un instrument pacifique capable de les seconder admirablement das leur tâche.

La fonction crée l'organe, dit-on; en attendant que nos organes se soient développés, il faut bien qu'on trouve le moyen de les remplacer artificieusement.

La vision et la mémoire humaines ont des lacunes, des impuissances et des limites naturelles.

Malgré leur perfection, ces organes seraient bien incapables, l'un d'augmenter à volonté son acuité et de renouveler facultativement l'impression visuelle, l'autre, de se représenter indéfiniment et sans commettre d'omissions, tous les objets entrevus au passage.

Pour suppléer à ces défauts relatifs on a en recours à deux auxiliaires complaisants, chargés, l'un de transmettre, l'autre de recevoir pour la conserver indéfiniment, l'image entrevue.

Ces sortes d'organes artificiels ont sur les naturels l'avantage d'être facilement perfectibles, leur puissance de vision est considérable, leur durée matérielle presque illimitée. Cet oeil et cette mémoire factices nous nous en servons tous: c'est l'objectif, c'est la plaque au gélatino-bromure de nos appareils photographiques.

En aviation ainsi qu'en aérostation, différents inconvenients parmi lesquels on remarque la rapidité de translation, l'élévation d'altitude et divers phénomènes météorologiques, ne permettent pas toujours d'étudier à loisir, dans tous ses détails une région ou un point à examiner militairement.

On en déduit que le pilote aérien, dont la tâche est déjà absorbante, a besoin d'être assisté. Il semble imprudent de lui assigner un rôle supplémentaire, il court déjà assez de risques sans cela, nous en avons malheureusement les preuves trop fréquentes. Il lui faut donc un aide, et cet aide c'est l'aérophotographe.

Aussitôt que la photographie fut découverte, on s'empressa de l'appliquer à l'aérostation. Actuellement, l'objectif perfectionné que nous connaissons tous, est, en bien des cas, jugé insuffisant; on exige un oeil beaucoup plus puissant, capable de scruter l'espace et d'en pénétrer les mystères; c'est oeil indiscret: c'est le téléobjectif, c'est-à-dire l'objectif qui voit de loin.

En 1859, notre précurseur Nadar essayait de prendre en ballon captif, 80 *m* de hauteur une photographie aérostatique qui fut quelque peu défec-

tueuse; ce n'est que plus tard, en 1868. qu'il obtint enfin des résultats appréciables.

M. le Commandant Fribourg fait bien remonter à l'anée 1860, l'emploi d'une combinaison télé destinée à photographier une éclipse de soleil; mais c'est de 1901 que date seulement la première solution pratique du problème de la téléphotographie en ballon.

Nous allons examiner maintenant l'intérêt que présente la téléphotographie en dirigeable et en aéroplane au point de vue des reconnaissances militaires.

En 1870, alors que nous en étions réduits à user de procédés opératoires absolument primitifs, tels qu'une longue vue adaptée à une chambre noire, l'Allemagne possédait déjà un détachement spécial dit: de photographie en campagne. A cette époque la photographie en ballon était peu practicable.

Ensuite, les choses ont bien changé, mais c'est récemment, depuis l'achat par le Ministère de la Guerre, de dirigeables et d'aéroplanes militaires, que de réels progrès furent constatés en photo- et télephotographie aéronautiques.

Les concours organisés par l'Aéro-Club de France sous patronage de MM. Jacques Balsan, Eiffel, le Prince Roland Bonaparte, etc., intéressèrent un certain nombre d'amateurs, dont les efforts furent couronnés de succès.

La fondation récente de l'Institut aéro-technique, due à la générosité de M. Deutsch de la Meurthe, donna une forte impulsion à la navigation aérienne et tout ce qui s'y rattache.

Les conséquences de ces innovations considérées dans leurs rapports avec ce qui touche la défence de notre territoire prennent une importance capitale, et, notre devoir à tous est de collaborer suivant la mesure de notre pouvoir à ces manifestations spontanées du génie national.

En dirigable et en aéroplane, en temps de paix, on peut jusqu'à 1000 *m* d'altitude, au moyen d'un appareil $13 \times 18$ *cm*, muni d'un bon objectif à long foyer, obtenir, partant de la verticale jusqu'à une ouverture d'angle de $45^0$ des vues intéressantes susceptibles d'être agrandies plusieurs fois.

En temps de guerre, on s'élèvera naturellement, hors d'atteinte des projectiles: c'est-à-dire, au-dessus de 1500 *m* en aéronat et de 500 *m* en aéroplane. A partir de 1000 *m* un télé-objectif $13 \times 18$ *cm* est indispensable, il embrasse une superficie de terrain plus réduite il est vrai, mais amplifiée considérablement et révélant des détails dont la valeur topographique ne saurait échapper à l'oeil exercé d'un tacticien.

On peut tirer très rapidement du cliché télé, obtenu dans ces conditions, des épreuves directes et des agrandissements pouvant être étudiés simultanément par les intéressés en vue de servir à l'élaboration d'un plan stratégique ou bien encore à des operations métrophotographiques d'après la merveilleuse méthode du Colonel Laussedat.

On arrive par les mêmes procédés à rectifier sur une carte d'état-major les différences d'aspect du sol survenues incidemment ou provoquées intentionnellement.

Il ne faut pas oublier que le cliché original est un document unique et très fragile, qu'il convient de traiter avec beaucoup d'égards, sa perte serait irréparable.

L'aéroplane est un excellent éclaireur aérien. C'est l'instrument idéal des reconnaissances militaires. Le dirigeable entre en ligne après l'aéroplane pour jouer le rôle d'observateur, vérifier et fournir à l'occasion certains détails complémentaires ayant pu échapper à la perspicacité de l'aviateur. C'est, en un mot, le Contrôleur par excellence.

En resumé la concentration des documents remis par les sections terienne et aérienne, permettrait l'organisation parfaite d'un plan de campagne, qu'on ne saurait préparer avec autant de succès sans le concours et d'adjonction de ces deux modes d'information.

Pressentant le rôle supérieur que la téléphotographie aéronautique serait bientôt appelée à remplir militairement et scientifiquement je pris la détermination de travailler à la solution de ce problème.

Ayant déjà eu l'occasion de me livrer certaines recherches optiques, j'en arrivai à me convaincre qu'il ne devait pas être impossible:

1º De construire un appareil téléphotographique, léger, rigide, de dimensions réduites, de forme particulière permettant son introduction entre les câbles de suspension de la nacelle d'un aérostat pour arriver à prendre facilement des vues dans toutes les directions, sans danger pour l'opérateur, ni risques pour l'appareil;

2º D'y adapter comme objectif une combinaison télé ayant une grande profondeur de foyer, ainsi qu'une puissance d'amplification assez importante, de manière à donner des résultats satisfaisants aux altitudes usuelles, notamment de 1500 *m* à 2000 *m* de hauteur on opérant dans un angle dont l'ouverture, partant de la verticale, puisse atteindre 45º au minimum.

En 1904, je consultai les travaux théoriques et pratiques de nos précurseurs depuis Nadar, jusqu'à l'organisation du concours d'objectif à long foyer, institué en 1900, dont le compte rendu fut publié par la Revue du Génie militaire et à la suite duquel deux objectifs primés furent achetés par l'établissement de Chalais et mis service pendant les manoeuvres d'aérostation du camp de Châlons en octobre 1901.

Mais leurs trop grandes dimensions en font des appareils dangereux dans la nacelle d'un ballon sphérique, peu pratique à bord d'un dirigeable et inutilisables en aéroplane.

En 1903, le téléphot Vautier-Dufour et Schaer, de Genève, faisait son apparition et recevait une application pratique à Port-Arthur pendant la guerre russo-japonaise.

Sa forme originale rend peu commode son emploie en ballon et en aéroplane. Ses miroirs métalliques ont le défaut de se ternier à l'usage sous l'influence des variations de la température de l'humidité, des poussières atmosphériques, etc.

Enfin après m'être consciencieusement documenté j'entrepris ma série d'expériences.

J'étudiai d'abord les qualités et les défauts d'un certain nombre de télé-objectifs réputés, puis je combinai un premier système optique que je braquai vers le soleil pendant l'eclipse du 30 août 1905 et obtins très facilement des instantanés avec un tirage de chambre 0·55 *m* et une distance focale équivalente de 1·60 *m*. Puis je tentai d'obtenir un effet stéréoscopique ou de relief, par l'adjonction à une combinaison téle, d'un prisme à réflexion totale; cela me donna des images au relief quelque peu exagéré, mais suffisamment nettes.

Continuant par l'essai de plaques, pellicules, produits chimiques les plus variés, j'arrivai en opérant méthodiquement et par déduction, à atteindre des lointains de 8 *km*, 12 *km*, 14 *km* dans la vallée de la Seine, peu favorable cependant à ce genre d'expériences, par suite des brumes et des poussières en suspension.

Le temps de pose variait de 5 à 60 secondes. A 9 *km* j'obtins une vue analogue comme dimensions à celle qu'on prendrait, à 100 *m* environ de distance du même sujet, au moyen d'un appareil ordinaire de même format.

J'avais donné il est vrai un assez long tirage à ma chambre, le temps de pose n'excéda pas 60 secondes, la mise au point fut faite sans difficulté, la surface couverte était 18 × 24.

Cette première combinaison multifocale pour très longues distances exigeant un temps de pose de 5 à 60 secondes, suivant le tirage de la chambre et l'amplification imposée, s'obtient avec:

Une lentille convergente à très court foyer représentant l'élément positif;

Un diaphragme à iris;

Une lentille divergente fixe à court foyer;

Une autre lentille divergente à court foyer, celle-ci adaptée à un tube mobile à crémaillère qui sert à graduer les amplifications.

Cette ensemble paraît offrir quelque analogie avec les genres de télé déjà connus, mais en diffère absolument par la nature des éléments qui entrent dans sa composition. On parvient au moyen de cette combinaison à obtenir, des amplifications importantes.

En 1907, j'avais établi une chambre noire rigide de dimensions réduites ayant la forme d'une pyramide tronquée, pouvant recevoir des châssis 13 × 18 et y adapter une combinaison télé à foyer fixe, de 35 *cm* de foyer et d'une longueur focale de 0·61 *m* munie d'un obturateur central genre unicum, le tout ayant l'aspect d'une jumelle ordinaire 13 × 18, et ne pesant que 2·150 *kg* toute chargée; puis du haut de la Tour Eiffel, je me livrai à des essais qui donnèrent d'excellents résultats au point de vue netteté et instantanéité malgré les oscillations et la trépidation dues au fort vent qui soufflait avec ténacité.

En 1908, le 9 septembre, je reçus la baptême de l'air, pourvu: 1° d'un appareil panoramique l'Al Vista à bobines pelliculaires; 2° d'un kodak 6 × 9 muni d'un objectif Zeiss-Krauss foyer 128 *mm* et 3° de mon appareil télé

13 × 18 je pris place dans la nacelle d'un ballon libre piloté par M. Amédée Saint-Aubin. Grâce à l'aide du personnel des ateliers aérostatiques de Moisson, dirigés par M. Juchmès, je fis un départ assez rapide de l'usine à gaz de Vernon (Eure) entre deux bourrasques par un fort vent Sud-Ouest ayant la vitesse contrôlée de 60 *km* à l'heure, nous atteignîmes bientôt une altitude variant de 1500 *m* à 2000 *m* parmi les nuages, nous fûmes emportés vers Namur, où nous crûmes prudent d'atterrir dans la crainte d'être entraînés en Allemagne.

Au cours de ce voyage je pris un certain nombre de clichés, tous intéressant à cause de leur variété.

J'estime qu'avec cette dernière combinaison télé, on pourrait obtenir, jusqu'à 4000 *m* d'altitude, des clichés assez détaillés pour supporter un agrandissement assez important.

En 1909, je réalisai un beau rêve, j'obtins l'autorisation de faire des expériences à bord du dirigeable Russie le jour de sa réception par les délégués russes. Je montai dans la nacelle avec 8 autres passagers russes et français, j'étais placé à l'arrière, au-dessus de l'échappement du moteur. Le départ fut donné par une assez forte brume devenant très opaque à partir de 800 *m* de distance. Malgré les trépidations du moteur joints à d'autres inconvénients prévus et imprévus, j'acquis bientôt la certitude qu'on pouvait prendre à 300 *m* de hauteur d'excellents clichés téléphotographiques en dirigeable de même qu'en ballon libre. Je regrette qu'on n'ait pas atteint une altitude plus élevée car à 1500 *m* l'expérience eut été plus intéressante et les difficultés moins grandes.

Les épreuves de ces clichés furent soumises à l'examen du Jury du concours de l'Aéro-Club de France qui, en 1909, me classa premier et m'attribua le prix Eiffel avec la médaile de la Société française de Photographie. Enfin en 1910, l'Aéro-Club de Bruxelles me décernait le premier prix du concours de photographie aéronautique dans la section: Aéronats et aéroplanes, succès qui me valut le double honneur de figurer comme exposant français dans la section belge d'aéronautique en même temps que dans la section française à l'Exposition universelle de Bruxelles.

La combinaison optique à laquelle j'ai été conduit est la suivante:

Une lentille convergente à trés court foyer;

Un diaphragme iris;

Une lentille divergente a long foyer;

Un diaphragme correctif fixe réglé au foyer convenable;

Une lentille divergente de plus long foyer.

C'est cette dernière combinaison que j'ai adoptée; elle permet l'instantané jusqu'au $^{1}/_{150}$ de seconde, suivant la rapidité de l'émulsion des plaques employées et l'intensité de l'éclairage; elle donne des résultats parfaits avec les plaques instantanées Jougla étiquette verte, Lumière étiquette bleue et leurs similaires.

Une légère modification de la mise au point de quelques millimètres seulement, soit en avant soit en arrière, modifie sensiblement la profondeur de foyer; on obtient ainsi à volonté: 1° une grande netteté centrale lorsqu'

on veut atteindre des lointains de 8 *km* environ; 2⁰ avec la mise au point normale, une netteté générale quand la distance est moindre.

J'estime qu'une combinaison de ce genre étudiée parunopticien spécialiste donnerait des résultats supérieurs à ceux que j'annonce.

En résumé, le système optique que je préconise consiste en une lentille antérieure convergente de court foyer conjuguée à deux ou trois lentilles postérieures divergentes à foyer croissant, rapprochées le plus près possible l'une de l'autre et calculées de manière à réduire la distance qui sépare le foyer principal de la glace dépolie. Le diaphragme antérieur à iris sert à modifier la profondeur focale; le diaphragme postérieur est invariable et corrige la profondeur de ce foyer, en même temps qu'il limite la circonférence de la base du cône de projection sur la plaque photographique.

Le propre de ces combinaisons est de modifier particulièrement la marche des rayons limineux émis par l'élément positif. Le prolongement focal successif de chacune des lentilles déterminant l'élément négatif, corrige la dispersion des rayons, oblige le faisceau central à suivre une direction plus rectiligne, et réduit l'extension du cône focal émergeant à sa plus simple expression.

Le rôle de l'obturateur et sa fonction sont très importants surtout lorsqu'il s'agit de métrophotographie.

Les deux modèles les plus intéressants sont l'obturateur de plaque et l'obturateur central près du diaphragme.

Bien que donnant un grand rendement, l'obturateur de plaque n'est pas celui qui offre les meilleures garanties lorsqu'il est exposé aux intempéries; il a aussi, dans certains cas, l'inconvénient de déformer les images, défaut qui doit la faire rejeter par le topographe.

En l'air, on n'a pas toujours la ressource de choisir le point le plus favorable à la prise d'une vue; on est généralement obligé de subir les exigences de la situation et d'opérer dans toutes les positions, sans avoir à tenir compte de celle qui conviendrait le mieux au régime de l'obturateur.

L'obturateur que j'ai adopté est un obturateur central genre Koïlos. La rapidité de fonctionnement est limitée par la nécessité de ne pas provoquer la détérioration des pièces en mouvement; elle peut atteindre $^1/_{150}$ de seconde; dans le cas présent, c'est largement suffisant. La manœvre de ce modèle est très simple et des plus pratique.

L'usage raisonné des plaques et des bobines de pellicules a besoin d'être étudié en téléphotographie. A la suite de différents essais de marques françaises et étrangères, j'ai étè amené à donner la préférence aux plaques instantanées Jougla étiquette verte et surtout aux anti-halo même marque. A propos de ces dernières, je crois devoir faire observer que la pellicule dite anti-halo appliquée au dos de la plaque se plisse ou se détache souvent de son support, quelquefois même en boîte, mais surtout lorsqu'on glisse la plaque dans le chassis métallique du magasin.

Quand la température ambiante est élevée elle adhère trop intimement à ce châssis et empêche l'extraction de la plaque qui, dans bien des cas est irrémédiablement perdue.

Je conclus en me déclarant partisan convaincu de la spécialisation. C'est le seul moyen logique dont il faut faire usage pour remporter un succès complet.

J'invite les personnes qui n'auraient pas encore fait d'aérostation à s'y adonner avec confiance. C'est un sport très intéressant, peux onéreux, pas plus dangereux qu'un autre. La photo et la téléphotographie aéronautiques seront pour les amateurs, des sujets de distraction agréables et utiles, remplis d'imprévus passionnants qui en augmentent les charmes.

J'espère, que les indications communiquées au cours de cette Note suggéreront la pensée à quelques-uns de se livrer individuellement à des recherches heureuses visant le même but. Ils prendront ainsi part à l'œuvre éminemment patriotique qui doit faire l'objet de nos préoccupations constantes: Si vis pacem para bellum, dit-on sagement. Il faut en effet que la crainte des engins destructeurs, dont le nombre et la perfection augmentent sans cesse, inspire un effroi salutaire aux peuples civilisés. Pour généraliser cette impression unissons nos énergies et marchons d'un commun accord à la conquête de la paix mondiale.

Nous avons entre les mains, une arme puissante, cette arme, c'est la science. Il faut agir en sorte que la science porte à la guerre des coups violents, capables d'affaiblir considérablement ses tendances meurtrières.

Je termine en remerciant bien sincèrement les Mèmbres de la Société française d'avoir bien voulu s'intéresser à ma communication. Je serai amplement satisfait si l'on peut en tirer quelque parti au profit de la cause qui nous intéresse. Je suis heureux d'avoir pu remplir l'engagement que j'avais pris envers la Société française bien connue et hautement appréciée de tous ceux pour lesquels la photographie est plus qu'une distraction c'est-à-dire un art et une science, qui s'adaptent parfaitement aux nécessités actuelles et qui sont appelés à exercer une grande influence sur les destinées futures.

## Instrumentelle Neuerungen.

Von Prof. E. Doležal.

I.

### Neuer Phototheodolit der Firma Carl Zeiss in Jena.

Die Firma Carl Zeiss in Jena hat für das k. u. k. Militärgeographische Institut in Wien einen Phototheodolit für topographische Arbeiten geliefert, der eine Reihe von neuen Einrichtungen gegenüber den früheren Konstruktionen besitzt, so daß bei dem allgemeinen Interesse, welches den Instrumenten des Zeiss-Werkes entgegengebracht wird, es geboten erscheint, diese Neuerungen kurz zu besprechen.

Der neue Phototheodolit ist in Fig. 1 dargestellt; der Unterbau ist derselbe geblieben wie bei den früheren Instrumenten dieser Art. Unter den Neuerungen fällt vor allem die abweichende Konstruktion des Fern-

rohres auf. Es ist nicht mehr gebrochen, wie bei den früheren Phototheodoliten, sondern gerade und zentrisch über der vertikalen Umdrehungsachse placiert und normal zur Kameraachse justiert; es ist in einem eigenen Gehäuse untergebracht, das auf einer Scheibe der oberen Kamerawand drehbar montiert und mittels eines Stahlzylinders $G$ mit derselben verbunden ist. Wird dieser Zylinder herausgenommen, so kann das Fernrohrgehäuse verdreht und nach Einführung des Stahlzylinders wieder fixiert werden. Es ist eine solche Einrichtung getroffen, daß bei feststehender Kameraachse die Visierlinie des Fernrohres um je 45° im Horizonte ver-

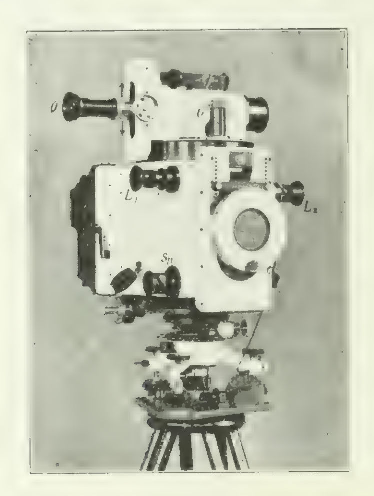



Fig. 1.

stellt werden kann; analog kann bei fix bleibender Visur des Fernrohres die Kameraachse um je 45° seine Lage im Horizonte ändern.

Denken wir uns z. B. das Fernrohr auf einen Orientierungspunkt eingestellt und eine photographische Aufnahme gemacht; wird hierauf der Stahlzylinder $G$ gelöst und die Kamera verdreht, so kann nach Einführung des Stahlzylinders und scharfer Einstellung des Fernrohres auf den Orientierungspunkt die folgende photographische Aufnahme im Winkelabstande von 45° ausgeführt werden. Durch Wiederholung des beschriebenen Vorganges können sukzessive acht Aufnahmen aneinandergereiht und so eine vollständige Rundsicht von dem Standpunkte bewältigt werden.

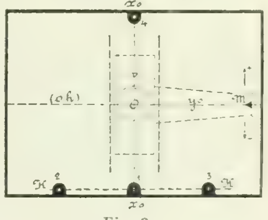
Was für Stereoaufnahmen mit verschwenkten Platten von Wichtigkeit ist, es können auch zur Normallage um 30° geneigte Aufnahmen durchgeführt werden.

Das Fernrohr läßt als Ganzes ein Kippen, also eine Bewegung um eine horizontale Achse nicht zu; um aber dennoch bei der Orientierung Punkte

über und unter dem Horizonte anvisieren zu können, ist das Okular desselben verstellbar, wodurch eine Neigung der Visur um ± 10° erzielt wird. In der Figur gewahrt man an der Okularseite *O* eine schlitzartige Öffnung, in welcher das Okularrohr in vertikalem Sinne verstellt werden kann.

Zur Horizontierung des Instrumentes ist eine Dosenlibelle im Innern der Kamera, dauernd justiert, angebracht. Der Libellenglaskörper ist aus einem Stücke, vollständig geschlossen und trägt keine Teilung. Die Beleuchtung der Libelle erfolgt durch den Spiegel *Sp* und zur Beobachtung der Dosenlibelle sind an den Kamerawänden Okulare $L_1$ und $L_2$ in Verbindung mit Prismen angebracht. In der Bildebene der Okulare sind Plättchen, mit konzentrischen Kreisen versehen, befestigt; diese Kreise sind derart dimensioniert, daß das kreisrunde Bild der Peripherie der Libellenblase bequem mit den Kreisen beobachtet und beurteilt werden kann, ob die Einstellung erfolgt ist oder nicht.

Die Genauigkeit in der Vertikalstellung der vertikalen Umdrehungsachse des Instrumentes wird mittels dieser Einrichtung rund mit 5 bis 6″ angegeben.


Fig. 2.

Die Vorteile einer solchen Libellenanordnung sind nicht zu verkennen; es ist:

1. die Libelle vor Witterungseinflüssen und vor der direkten Sonnenbestrahlung geschützt;
2. die Einstellung erfolgt in bequemer Weise von beiden Seiten der Kamera her auf einen Blick ohne jedwede Anstrengung, und
3. die Justierung ist eine dauernde.

Was die optische Ausrüstung der Kamera betrifft, so ist als photographisches Objektiv ein Ortho-Protar der Firma Zeiss gewählt, dessen Brennweite $f = 192{\cdot}60$ *mm* beträgt. Es entspricht in jeder Richtung den Forderungen, welche an ein Objektiv für photogrammetrische Zwecke gestellt werden müssen.

Auf dem Metallrahmen der Kamera, dessen Ebene mit der Ebene der lichtempfindlichen Schicht der Aufnahmsplatte identisch ist, sind vier Marken, 2, 1, 3 und 4, vorhanden (Fig. 2). Die Verbindungsgerade der Marken 2, 1, 3 hat bei vertikal gestellter Alhidadenachse des Phototheodolites eine horizontale Lage, sie gibt die Horizontrichtung *HH*; durch die Verbindungslinie 4, 1 wird die Hauptvertikale erhalten, in welcher sich in einem genau bestimmten und bekannten Abstande *m* von *HH* der Hauptpunkt *O* der Perspektive befindet, wenn das Objektiv die normale Lage einnimmt. Auf diese Weise sind nunmehr die perspektivischen Konstanten der Bildebene: Horizont, Hauptvertikale und der Hauptpunkt nebst der Bilddistanz bekannt.

Da sich die Notwendigkeit herausgestellt hat, durch Verstellung des Objektives in vertikaler Richtung für die Aufnahme verschiedener hochgelegener Objekte in bezug auf den Standpunkt vorzusorgen, finden wir die folgende Einrichtung: Auf der Stirnseite (Objektivseite) der Kamera ist ein

verstellbarer Schlitten, der das Objektiv aufnimmt und für eine genau parallel zur Bildebene stehende Verschiebung desselben im Höchstausmaße von 30 *mm* von der Normallage nach oben und unten sorgt.

Da sich bei der Ausführung von photogrammetrischen Aufnahmen nicht selten der Fall ereignet hat, daß der verschobene Stand des Objektives gegen die Normallage nicht abgelesen wurde, wodurch für die Vertikalmessung beziehungsweise Höhenbestimmung grobe Fehler sich ergeben müssen, hat man die Einrichtung für eine automatische Angabe des Instrumenthorizontes auf der Platte mittels einer Marke getroffen, so daß es nicht mehr notwendig ist, den Stand des Objektives abzulesen.

Der Objektivschlitten der Kamera besitzt auf der Innenseite einen in die Kamera reichenden Metallarm, der, entsprechend geformt, gegen die Plattenebene reicht, in eine Markenspitze $M$ endigt und unmittelbar mit derselben in der Plattenebene anliegt.

Befindet sich das Objektiv in der Normalstellung, so hat die Horizontmarke eine genau bestimmte Lage auf der Platte, durch den schon früher erwähnten Abstand $m$ von den Horizontmarken 2, 1, 3 ist der Normalhorizont fixiert.

Bei Verschiebung des Objektives macht der beschriebene Arm die Bewegung mit, die Horizontmarke bleibt hierbei stets in der Horizontalebene der optischen Achse des Objektives und das Bild der Spitze markiert nach vollzogener Exposition unmittelbar die Lage des Horizontes. Eine Parallele zur Geraden $HH$ der Horizontalmarken gibt den Horizont selbst, wenn er benötigt wird.

Der beschriebene Phototheodolit wurde bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Tirol schon durch Jahre mit Erfolg verwendet.

II.

## Neuer Phototheodolit aus dem math.-mech. Institute der Firma Breithaupt in Cassel.

Die bekannte Firma Breithaupt & Sohn in Cassel hat bereits im Jahre 1899 einen Phototheodolit[1]) gebaut, der mehrfach von Forschungsreisenden mit Nutzen verwendet wurde. Nun hat sie in neuerer Zeit einen Phototheodolit konstruiert, bei welchem sie die Bemerkung, welche in dem Werke: E. Doležal: „Anwendung der Photographie in der praktischen Meßkunst" auf S. 45 gemacht wurde, nämlich: „Eine feste Verbindung zweier Instrumente an einem Apparate muß infolge der Häufung von Konstruktionsbedingungen zu einer schwerfälligen, wo nicht plumpen Konstruktion führen; hingegen wird eine Konstruktion, bei welcher nach Entfernung eines Teiles und Einsetzen des zweiten eine der Gebrauchsformen, entweder Theodolit oder Photogrammeter entsteht, bei einfacher Handhabung eine leichtere und elegantere Bauart zulassen", beherzigte und ein kombiniertes Instrument baute, das in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt

[1]) Doležal: Referat „Photogrammetrie" in Eders Jahrbuch für Photographie für das Jahr 1900.

erscheint. Es ist ein Phototheodolit, bei welchem mit einigen Griffen die Kamera von der Fernrohrdrehachse entfernt wird, wodurch das zweite Gebrauchsinstrument, ein Universalinstrument, entsteht.

Dieser Phototheodolit wurde mit einer Tropenkamera versehen, welche aus Magnalium hergestellt und daher leicht und trotzdem widerstandsfähig ist; außen ist die Kamera weiß und auf der Innenseite schwarz angestrichen. Das Plattenformat ist 9 × 12 *cm*. Die Aufnahme der einfachen, numerierten

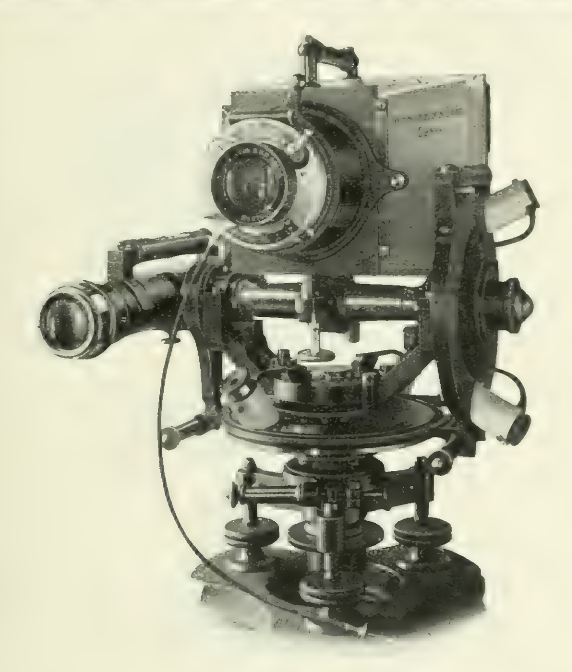


Fig. 3.

Metallkassetten wird von einem Ernemann-Adapter besorgt, einer Vorrichtung, welche aus einem Metallrahmen mit in Quadratzentimeter geätzter Mattscheibe und Lichtschutzkappe besteht. Nach Vordrücken der Visierscheibe, welche gar nicht abgenommen zu werden braucht, wird Platz geschaffen und die Metallkassette kann vor dieselbe in den Rahmen eingeschoben werden. Ein besonderer Auswerfer schiebt die Kassette nach der Belichtung wieder aus dem Adapter. Diese Operationen werden ohne jede Erschütterung der Kamera und ohne eine Verrückung des Phototheodolitunterbaues vollzogen.

Die Numerierung der Platten erfolgt mit Hilfe eines Mechanismus, der

die kleinen Zahlen vor die lichtempfindliche Schicht der Platte bringt, die nach der Entwicklung auf der Platte sichtbar werden.

Der Metallrahmen, an welchen die Platte angepreßt wird, trägt vier genau justierbare Marken, die auf der entwickelten Platte abgebildet werden. Die Verbindungsgeraden der Spitzen, beziehungsweise der unter denselben befindlichen Löcher geben auf der Platte den Horizont und die Vertikallinie, der Schnittpunkt derselben stellt den Hauptpunkt der Photographie dar.

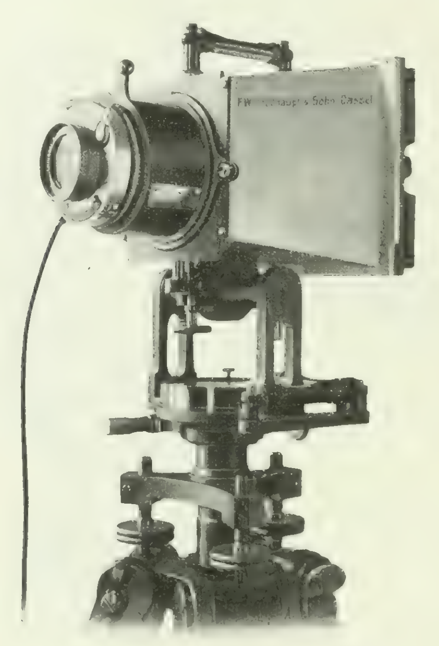


Fig. 4

Das Objektiv ist ein Kollinear Serie II mit dem Öffnungsverhältnis 1:5·4, ein symmetrischer Anastigmattypus des optischen Institutes Voigtländer & Sohn in Braunschweig; die äquivalente Brennweite beträgt 150 *mm* und der Bildwinkel umfaßt 60 bis 80°. Der Kollinear Serie II zeichnet sich durch besondere Lichtstärke aus und besitzt auch die spezifischen Eigenschaften der Weitwinkelobjektive, nämlich eine gleichmäßige Lichtverteilung und eine bedeutende Schärfe an allen Stellen des Bildes.

Ein Kenngottscher „Koilos"-Verschluß mit Irisblende und Patentspiralauslöser nach Bowden für Zeit- und Momentaufnahmen befindet sich am Objektive und an die Sonnenblende desselben läßt sich ein Gelbfilter

anschrauben. Für die Veränderung der Bilddistanz ist eine Schneckengangfassung des Objektives vorgesehen, welche eine Verstellung der Bildweite um 5 *mm* ermöglicht, die auf einer in 0·5 *mm* geteilten Skala abgelesen werden kann.

Das Objektiv ist auch in vertikaler Richtung um 20 *mm* verschiebbar, wobei auch diese Verschiebung auf einem in 0·5 *mm* geteilten Maßstabe abzulesen ist.

Wie aus der Fig. 3 deutlich ersichtlich ist, läßt sich die Kamera auf den zwischen den Alhidadenträgern gelegenen Teile der Fernrohrachse mittels eines Scharniers und einer Klemmschraube einfach und sicher anbringen. Natürlich werden die Klemmen und die Feineinstellvorrichtungen des Universalinstrumentes auch für die Kamera benutzt. Will man die Kamera allein verstellen, so ist eine Feineinstellschraube am Scharnier vorhanden, mittels welcher die Kameralibelle mit 20″ Parswert zum Einspielen gebracht werden kann.

Die Entfernung der Kamera erfolgt nach Lösen einer Klemme und nach Zurückschlagen des Scharnierdeckels rasch und bequem.

In Fig. 4 ist ein Photogrammeter dargestellt. Mit dem Dreifußunterbaue ist ein Bock verbunden, dessen Grundplatte zwei Kreuzlibellen und eine Orientierungsbussole trägt, wobei der Bussolenring in ganze Grade geteilt ist und die Magnetnadel eine Länge von 50 *mm* besitzt.

Die Photokamera läßt sich mit dem Bocke ebenso rasch und bequem verbinden, und zwar mit einer analogen Einrichtung wie mit der Fernrohrdrehachse des Universalinstrumentes, beziehungsweise des Phototheodolites (Fig. 3).

Das Stativ, welches diesem einfachen Instrumente beigegeben wird, ist verschiebbar, mit einem abnehmbaren Kopfe versehen und läßt sich sehr leicht und schnell zusammenstellen.

Diese Einrichtung des Photogrammeters ist äußerst praktisch; die Aufstellung geht rasch vor sich. Die Orientierung der photogrammetrischen Aufnahme erfolgt mit Hilfe der Bussole, deren Durchmesser 0° bis 180° mit der Kameraachse parallel läuft, nach erfolgter Drehung der Alhidade, um eine bestimmte Anzahl von Graden können in rascher Folge aneinanderschließende Teilaufnahmen einer Rundsicht oder ganze Panoramen ausgeführt werden.

Die Firma Breithaupt hat durch die vorstehend geschilderten zwei Instrumente für Zwecke von Forschungsreisenden gewiß äußerst praktische Apparate geschaffen. Wir möchten nur wünschen, daß sie auch von den Forschungsreisenden, deren so viele in der letzten Zeit nach verschiedenen Gegenden unseres Planeten ausgezogen sind, verwendet werden, und wir sind überzeugt, daß nach einiger Schulung mit so praktischen Instrumenten eine Fülle brauchbaren Materiales beschafft werden könnte.

## III.

## Phototheodolit (System V. Pollack) mit Hammer-Fennelschem Fernrohre.

Der Inspektor der Österreichischen Staatsbahnen und der gegenwärtig als Honorardozent mit dem Titel eines a. o. Professors an der k. k. Technischen Hochschule in Wien tätige Herr Ingenieur V. Pollack, der als einer der ersten die Photogrammetrie für Ingenieurzwecke in Österreich verwendet hatte und in Wort und Schrift für die Verbreitung derselben in unserem Vaterlande tätig war, hat zu den zwei Phototheodoliten, die er konstruiert hat, und zwar:

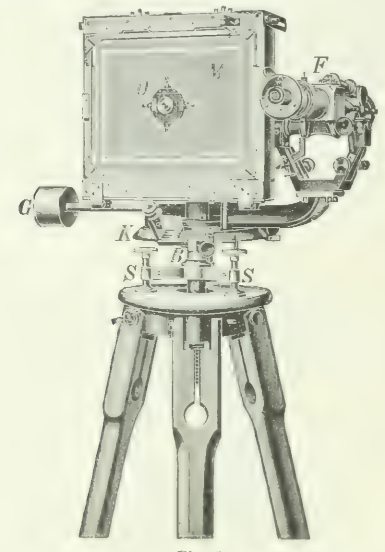



Fig. 5.

Phototheodolit mit exzentrischem Fernrohre[1]);

Phototheodolit mit zentrischem Fernrohre und zum Durchschlagen eingerichtet[2]),

noch eine dritte Konstruktion hinzugefügt, welche als Phototheodolit mit Hammer-Fennelschem Fernrohre charakterisiert sein mag und dessen Schilderung in den folgenden Zeilen gegeben werden soll.

Da das Instrument auch zum Horizontgeben auf größere Distanzen, Triangulieren, zum Tachymetrieren und für untergeordnete Zwecke auch

[1]) Pollack V. „Über die Anwendung der Photogrammetrie im Hochgebirge" in der „Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereines". Wien, 1890.

[2]) Doležal, Referat „Photogrammetrie" in Eders Jahrbuch für Photographie für das Jahr 1897.

zum Nivellieren Verwendung finden sollte, so entschloß sich Pollack, nach längerem Studium, das Hammer-Fennelsche Fernrohr an dem Phototheodolite nicht zentrisch, sondern, weil es sich nicht um photogrammetrische Aufnahmen von kurzer Aufstelldistanz handelte, exzentrisch anzubringen (Fig. 5).

Das Fernrohr $F$ ist optisch leistungsfähig; sein Objektiv ist von großer Öffnung und die Brennweite beträgt 360 *mm*; das euryskopische Okular, das ein großes, flaches Bildfeld besitzt, hat 17 *mm* Brennweite, so daß eine Vergrößerung von 23 resultiert. Die Wahl des euryskopischen Okulares, dessen

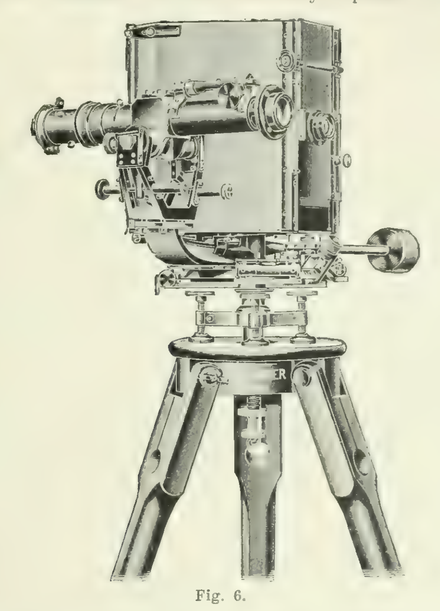


Fig. 6.

Bestandlinsen jede für sich achromatisiert sind, eignet sich ganz besonders für diese Fernrohrkonstruktion.

Die Fernrohrlibelle hat 30″ Parswert.

Das Hammer-Fennelsche Fernrohr[1]) ist für eine bequeme Bestimmung der linearen tachymetrischen Elemente eingerichtet, indem es automatisch den Lattenabschnitt reduziert und aus den mittels der auf einem Glasplättchen eingeätzten Kurven, der Distanz- und Höhenkurve, beziehungsweise der $D$- und $H$-Kurve, abgelesenen Lattenabschnitten nach Multiplikation mit 100, beziehungsweise 50, unmittelbar oder nach einfacher Rechnung die

[1]) Näheres siehe Doležal: *a* „Der Hammer-Fennelsche Theodolit" in der „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereines" 1902.

*b*) „Hand- und Lehrbuch der niederen Geodäsie". Wien 1910. II. Band.

reduzierte Distanz und den Höhenunterschied geben, wozu eventuell auch ein Rechenschieber oder ein Täfelchen benutzt werden können.

Was den photographischen Teil des Instrumentes anbelangt, so ist die Kamera aus Aluminium für das Bildformat 18 × 24 *cm* hergestellt; sie ist leicht, aber widerstandsfähig. An der Stirnseite der Kamera ist das Objektiv mittels des Triebes auf den beiden Zahnstangen von der Normallage je 5 *cm* auf- und abwärts verstellbar. Dem Objektiv gegenüber befindet sich auf der Mattscheibe *M* ein justierbares Okular *O*, so daß auch das Kameraobjektiv zum Visieren herangezogen werden kann. Die lichtempfindliche Platte wird an einem Metallrahmen mit Marken für den Horizont und die Hauptvertikallinie durch geeignete Einrichtungen genau angepreßt, so daß eine bestimmte und konstant bleibende Bildweite für die photogrammetrischen Aufnahmen gewährleistet werden kann. Die Lotrechtstellung der Visierscheibe erfolgt mit Hilfe einer Zwicky-Libelle, die auf einem Metallwinkel montiert ist.

Das Objektiv ist ein Zeissscher Protar 1:18, Serie V, mit einer Äquivalentbrennweite von 212 *cm*. Dieses Objektiv, das einen Gesichtsfeldwinkel von 110° besitzt, ist ein wahrer Weitwinkel; die Öffnung desselben reicht wohl für Momentaufnahmen bei Sonnenbeleuchtung aus. Ein vorsichtiger Photogrammeter macht stets Zeitaufnahmen und entwickelt sie mit entsprechender Vorsicht bei besonderer Bedachtnahme auf jene Partien des Bildes, welche für den Zweck der Aufnahme bei der Rekonstruktion ganz besonders in Frage kommen.

Die beiden Fig. 5 und 6 zeigen den Phototheodolit mit seinem Unterbaue (drei Stellschrauben *S*, *S*, *S*, Zentralbüchse *B* mit der Herzschraube) auf einem soliden Scheibenstative, wobei die Zentralschraube in bekannter Weise eine sichere Verbindung des Instrumentes mit dem Stative bewirkt. Der Limbus *K* trägt eine in $^1/_3$ Graden ausgeführte Kreisteilung, diametrale Nonien besitzen eine Angabe von 1′ und Kreuzlibellen dienen als Alhidadenlibellen zur Horizontierung.

Dieser Phototheodolit wurde wie die früheren Typen des Systems V. Pollack in dem photographisch-mechanischen Institute der Wiener Firma R. Lechner (W. Müller) sehr gut ausgeführt und es muß mit Anerkennung bemerkt werden, daß speziell die Firma Lechner seit mehr als 20 Jahren den Bau von photogrammetrischen Instrumenten mit Aufbietung nicht unbedeutender Geldopfer pflegt.

Inspektor Pollack hat in den Sommermonaten 1908 und 1909 anläßlich der zu projektierenden Lawinenschutzbauten auf der Tauernbahn zwischen Gastein und Ober-Vellach größere photogrammetrische Arbeiten mit dem beschriebenen Instrumente durchgeführt und vorzügliche Resultate erzielt.

(Fortsetzung folgt.)

## Kleinere Mitteilungen.

**Bergmännische Expedition und stereophotogrammetrische Aufnahmen in Catanga.** Der ehemalige österreichische k. u. k. Kavallerie-Oberleutnant Freiherr Unterrichter von Rechtenthal, der die Bergwesensfachschule und den Markscheiderkurs an der königl. Bergakademie in Freiberg absolvierte, und das Diplom-Ingenieur-Examen und die Prüfung als Markscheider ablegte und einige Zeit auch als Assistent bei der Lehrkanzel für Markscheidekunde in Freiberg unter Prof. Dr. P. Wilski tätig war, hat die Führung einer bergmännischen Expedition nach Catanga übernommen. An der Expedition, welche am 6. Juni 1911 Deutschland verließ, beteiligt sich auch der Bergingenieur und Markscheider Vaatz aus Rußland. In dem Programm der Expedition sind umfassende Terrainaufnahmen, bei welchen die stereophotogrammetrische Methode zur Verwendung gelangen soll. Die Expedition ist mit einem kompletten Pulfrichschen Apparat für stereophotogrammetrische Aufnahmen ausgerüstet.

**Stereophotogrammetrische Aufnahmen in den Anden Südamerikas.** Dr. Helbling-Flums, Mitglied der Sektion „Deutschland" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, hat im Frühjahre 1911 an der Grenze Argentiniens gegen Chile, und zwar südlich der Bahnlinie Buenos-Aires—Valparaiso, größere stereophotogrammetrische Aufnahmen ausgeführt, deren Bearbeitung er im Sommer desselben Jahres in Angriff genommen und zufriedenstellende Resultate erzielt hat.

**Eine österreichische wissenschaftliche Expedition nach Britisch-Ostafrika und Uganda.** Nach einer Vorbereitung von vielen Monaten ging im Oktober 1911 eine von einem Österreicher ausgerüstete wissenschaftliche Expedition über Triest nach Mombassa und Nakuro in Britisch-Ostafrika ab. Es ist an den den als Sportsmann bekannten Architekten Rudolf Kmunke, der vor zwei Jahren mit Oberländer eine Expedition nach Ostgrönland unternommen hat und der die in Frage stehende Expedition veranstaltet, die Bewilligung und Unterstützungszusage seitens des britischen Kolonialministeriums durch das Ministerium des Äußern herabgelangt. Die Expedition beabsichtigt, von Nakuro in das Gebiet des Baringo- und Rudolfsees zu gehen und dann in westlicher Richtung nördlich von Monte Elgon gegen den Nil vorzudringen, so weit es bei der großen Verbreitung der Schlafkrankheit in dieser Gegend möglich ist. An der Expedition nimmt Universitätsdozent Dr. Robert Stiegler, Assistent des Hofrates Dr. Siegmund Exner, als Gast Kmunkes teil, der mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften rassenphysiologische Studien machen wird. Der Leiter der Expedition, Architekt Kmunke, wird zoologische, botanische und ethnographische Sammlungen anlegen und kartographische Aufnahmen mit dem Phototheodoliten nach Dr. Pulfrich machen. Für phonographische Aufnahmen führt die Expedition Apparate des Phonogrammarchivs der Akademie der Wissenschaften mit. Als Präparator und Karawanenleiter wurde Herr Richard Storch engagiert, der bereits kleinere Expeditionen im Sudan und Indien geführt hat. Storch reist bereits nach Mombassa und Nakuro, um die nötigen Träger mit Tragtieren und Askaris, eingeborene Soldaten, zu beschaffen.

**Die Photogrammetrie im Dienste der Denkmalpflege der Stadt Wien.** Der tatkräftigen Initiative des auf allen Gebieten des städtischen Bauwesens hochverdienten Oberbaurates des Stadtbauamtes der Gemeinde Wien, Ingenieur Heinrich Goldemund, ist es zu verdanken, daß die Photogrammetrie in neuerer Zeit von der Stadt Wien zur Aufnahme solcher Baudenkmäler der Stadt verwendet wird, welche infolge des stets wachsenden Verkehres und der baulichen Entwicklung beseitigt werden müssen oder aber infolge eines Besitzwechsels einen Umbau erfahren. Schon im Jahre 1910 trat gelegentlich des Umbaues des Wohnhauses, III. Bez., Landstraße Hauptstraße Nr. 19, Herr Bauinspektor Karl Goller im Auftrage des Wiener Stadtbauamtes mit der Lehrkanzel für praktische Geometrie an

der k. k. Technischen Hochschule in Wien mit dem Ersuchen in Verbindung, die photogrammetrische Aufnahme und Rekonstruktion der Fassade dieses aus der Zeit der Kaiserin Maria Theresia stammenden Barockbaues, welcher damals als ein in der Nähe der kaiserlichen Residenz gelegenes Jagd- und Lustschloß erbaut wurde, durchzuführen. Der Privatdozent und Adjunkt an der k. k. technischen Hochschule, Dr. Theodor Dokulil, führte diese Aufnahmen aus und wurde von Inspektor K. Goller bei derselben in anerkennenswerter Weise unterstützt. Nach der Fertigstellung der Rekonstruktionsarbeiten und der Ablieferung derselben an die städtischen Sammlungen ergab sich durch den Umbau des „Trattnerhof" am Graben abermals die Gelegenheit, die Photogrammetrie für die Aufnahme dieses Baudenkmales zu verwenden. Kustos Dr. Franz Engelmann der städtischen Sammlungen, welcher schon auf Grund der ersten Aufnahme die hervorragende Bedeutung der Photogrammetrie für die Kunsthistorik voll erkannte, erwirkte vom Stadtrate der Gemeinde Wien die Zustimmung zur Ausführung dieser Aufnahme und ermöglichte dadurch die Erhaltung dieser historischen, mit einer interessanten Lokalsage verknüpften Fassade wenigstens in einer maßstabrichtigen, aus den photogrammetrischen Aufnahmen gewonnenen Zeichnung.

Ein drittes Mal trat die Photogrammetrie in den Dienst der städtischen Denkmalpflege durch die Aufnahme der Linienkapelle von Matzleinsdorf. Dieses im Jahre 1748 erbaute Wiener Wahrzeichen soll abgetragen werden und als monumentaler Abschluß der gegenüber projektierten Gartenanlage wieder neu erstehen. Um nun dieses alte Wahrzeichen von Matzleinsdorf in seiner ursprünglichen Form wieder aufbauen zu können, wurde über Anregung des Architekten Viktor Jonkisch vom Wiener Stadtbauamte wieder der früher genannte Adjunkt der Lehrkanzel für Praktische Geometrie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien mit der Durchführung der photogrammetrischen Aufnahme und der Rekonstruktion dieses Baudenkmales betraut. Nach dieser Rekonstruktion wird dann die Wiedererbauung der Kapelle durchgeführt werden und gerade diese Aufnahme dokumentiert daher in ganz besonderer Weise die Bedeutung der Photogrammetrie für die Kunsthistorik, welche leider von anderen unmittelbar zur Denkmalpflege berufenen Instituten und Körperschaften noch immer nicht anerkannt und gewürdigt wird.

Bezüglich der Durchführung der Rekonstruktionsarbeiten sei noch erwähnt, daß die Einzeichnung der architektonischen Formen und die Ausführung der rekonstruierten Fassadenplänen von dem Hörer der Architekturschule an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, Julius Hahn, durchgeführt wurde, so daß also auch bezüglich des architektonischen Details eine Gewähr für deren Richtigkeit gegeben erscheint.

**Photogrammetrische Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien im Jahre 1910.** Die Stereophotogrammetrie wurde im Jahre 1910 in Tirol fortgeführt und eine Fläche von etwa 720 $km^2$ bearbeitet. Hierzu wurden in den Monaten Juli bis September 70 Standpunkte mit 191 Plattenpaaren (382 Bildern) erledigt.

Für diese Aufnahmen wurde eine neue $13 \times 18$ *cm* Kamera der Firma Zeiss verwendet.

Während der Wintermonate 1909/10 wurde im Zimmer das Rechnen und Auftragen von 134 stereophotogrammetrischen Standpunkten, ferner die Komparatorbeobachtungen und das Auftragen von 2778 Detailpunkten bewirkt; überdies wurden etwa 118 $km^2$ in Schichten gelegt.

Derzeit ist bei der Firma Zeiss in Jena ein neues „Modell 1911" des Stereoautographen von Oberleutnant v. Orel in Konstruktion, der im Jahre 1912 zur Verwendung gelangen dürfte. Dieser neue Apparat wird für die automatische Ermittlung von Punkten und Schichtenlinien aus beliebig (konvergent und divergent) gegeneinander verschwenkten Platten und auch für Apparate verschiedener Brennweiten geeignet sein. Es bedeutet dies für die Auswertung der Bilder einen wesentlichen Fortschritt. Das „Modell 1909" des Stereoautographen ermöglichte nämlich

lediglich die automatische Bestimmung von Schichtenlinien mittels Platten, die bei der Aufnahme in einer Ebene gelegen waren.

Wie in den früheren Jahren wurden auch gegenwärtig von den Leitern der Mappierungsabteilungen photographische Landschaftsbilder aufgenommen; diesmal 118 Stück.

**Die Wiener Flugausstellung 1912.** Der k. k. Österreichische flugtechnische Verein veranstaltet, wie die Journale berichten, im nächsten Frühjahr die Erste internationale Flugausstellung in Wien.

Die Ausstellung findet vom 18. Mai bis 23. Juni in der Rotunde, allenfalls auch auf dem Gelände vor dem Westportal statt. Die Ausstellung wird sich in folgende Abteilungen gliedern: 1. Abteilung. Historische Abteilung: Entwicklung der Luftschiffahrt und des Flugwesens. 2. Abteilung. Wissenschaftliche Abteilung: Meß- und Versuchswesen, Kartographie, Photogrammetrie, Wetterkunde, Wetterdienst, Himmelskunde, Telegraphie, Fahrzeichen, Flugplatzanlagen, Literatur und gesetzliche Bestimmungen. 3. Abteilung. Freiballons und Luftschiffe mit deren Erzeugungsbehelfen und Apparaten. 4. Abteilung. Gleitflugzeuge und Kraftflugzeuge (Drachenflieger, Schraubenflieger und Schwingenflieger). 5. Abteilung. Flugmotoren und Kraftübertragung. 6. Abteilung. Spezialmaschinen und Apparate, die zum Bau und zur Untersuchung von Luftfahrzeugen gehören, ferner Ballon- und Flugzeugschuppen und Zelte, Ausrüstung für die Luftfahrt und die Luftfahrer, Kunstgegenstände (z. B. Bilderwerke, Preise, Abzeichen u. dgl.), Flugspielwaren. 7. Abteilung. Flugmodellausstellung, verbunden mit einem Flugmodellwettbewerb. Die repräsentative und administrative Vertretung obliegt dem Vollzugsausschuß der Flugausstellung, an dessen Spitze ein Präsidium steht, bestehend aus den Herren: Geheimer Rat Dr. Wilhelm Exner, Präsident des k. k. Technischen Versuchsamtes; Generaldirektor Alexander Cassinone, Präsident des k. k. Österreichischen flugtechnischen Vereines, und Dr. Konstantin Freiherr v. Economo, Präsident der Österreichischen aeronautischen Kommission. Zur Leitung der gesamten technischen und administrativen Vorarbeiten bestellt der Vollzugsausschuß eine Ausstellungsdirektion. Anmeldungserklärungen werden ab 15. Jänner entgegengenommen. Die Zuweisung der Plätze erfolgt unter möglichster Berücksichtigung der Reihenfolge des Einlaufes der Anmeldungen am 1. März durch die Direktion der Ausstellung. Mit der Anmeldung ist außer der Anmeldegebühr noch der Beitrag für die allgemeine Dekorierung der Ausstellungsräume zu entrichten. Dieser Beitrag wird mit 2 *K* pro Quadratmeter, bei Inanspruchnahme größerer Räume jedoch zu einem speziell ermäßigten Betrage berechnet. Der Vollzugsausschuß behält sich das Recht vor, Reduktionen der angesuchten Plätze bis zum 1. April eintreten zu lassen, auch können Anmeldungen nur soweit Berücksichtigung finden, als es der verfügbare Raum zuläßt. Eine Platzmiete wird von den Ausstellern nicht eingehoben, mit Ausnahme der in der Abteilung 6 Ausstellenden. Für diese beträgt die Platzmiete 10 *K* pro Quadratmeter (Boden, Tisch und Wandfläche in gedeckten Raume in der Rotunde) des in Anspruch genommenen Raumes. Hingegen wird ein separater Beitrag für Dekorierungszwecke von den Ausstellern dieser Abteilung nicht verlangt. Sämtliche für die Ausstellung bestimmten Zahlungen sind an die k. k. Postsparkasse in Wien auf das Ausstellungskonto Nr. 131939 einzusenden oder zu leisten; jede andere Art der Liquidierung wird nicht anerkannt.

**Internationaler aeronautischer Kongreß in Wien.** Neben den zwei großen Veranstaltungen:

1. Ausstellung für Flugtechnik in der Rotunde, und
2. der große Wettflug Berlin—Wien

wird auch im Jahre 1912 der internationale Kongreß für Aeronautik in Wien stattfinden. Näheres bringen wir im nächsten Hefte.

**Aeroplan-Photographie und Photogrammetrie.** Deutschland. Der Oberleutnant bei der preußischen Lehr- und Versuchsanstalt für Militärflugwesen

Mackenthun, hat über „Das Militärflugzeug" eine Broschüre veröffentlicht. Er gibt darin an, daß die große Höhe, die der Beobachter auf dem Flugzeug in der Regel beibehalten muß, um sich dem feindlichen Feuer zu entziehen, zugleich die Möglichkeit gewährt, einen Überblick über ein viel Quadratkilometer großes Gelände zu erhalten. Mulden, Täler, Dorfstraßen, Höfe, ja selbst lichte Wälder werden eingesehen. Kolonnen und größere Truppenmassen können sich bei überraschendem Auftreten des Fliegers nur schwer seiner Sicht entziehen. Dagegen sind unbewegliche kleine, feldgrau gekleidete, aufgelöste Truppenabteilungen schwer, manchmal gar nicht zu erkennen. Zu ihrer Auffindung und Feststellung ist das Flugzeug meist ungeeignet. Um daher die Vorteile auszunutzen, wird das Flugzeug zweckmäßig mit größeren Aufklärungen beauftragt und auf entfernt liegende Geländeabschnitte oder Straßenzüge abgesandt.

Es ist unzweifelhaft, daß die Photographie in Verbindung mit Photogrammetrie eminente Dienste dem Rekognoszenten, beziehungsweise dem Militär leisten können. Es ist auch offenes Geheimnis, daß in dieser Richtung mit großer Intensität gearbeitet wird, daß besondere photographische Apparate gebaut worden sind, die erprobt wurden und die photogrammetrische Auswertung zufriedenstellende Resultate ergeben hat.

Von besonderem Interesse sind auch die Angaben, die Oberleutnant Mackenthun für das Verhalten der Truppe gibt, wenn ein Flugzeug gesichtet ist. Das Schwierigste ist, zunächst festzustellen, zu welcher Partei das Flugzeug gehört. Dies ist namentlich deshalb schwierig, weil man einen besonderen Farbenanstrich, Flaggenzeichen oder andere Merkmale bei größeren Höhen selbst mit dem besten Glase und mit Fachkenntnis nicht mehr erkennen kann und die verschiedenen Typen sich sehr ähnlich sind. Gehört das Flugzeug zur Gegenpartei, dann ist die Beobachtung nach Möglichkeit zu erschweren. Wenn keine Deckung nach oben vorhanden ist, so sind Unbeweglichkeit und Anpassung an das Gelände hierfür am zweckmäßigsten. Gewehre, Lanzen, blinkende Teile wirken verräterisch. Geschütze, Erdarbeiten u. dgl. werden am besten durch Gestrüpp oder Zweige dem umliegenden Gelände in der Färbung angepaßt.

Die Beschießung eines Flugzeuges in kriegsmäßiger Höhe hat wenig Aussicht auf Erfolg. Das Feuer darf nur eröffnet werden, wenn der Flieger als feindlicher sicher erkannt ist und eine Gefährdung der eigenen Truppen durch die niedergehenden Geschosse nicht zu erwarten steht. Wegen der Schnelligkeit und der Kleinheit der Maschine wird bei Infanteriefeuer nur mit Zufallstreffern zu rechnen sein. Außerdem bedingt nicht jeder Treffer eine Landung oder einen Absturz. Auch das Feuer aus Feldgeschützen ist wegen des geringen Erhöhungswinkels des Geschützrohres und weil die Feuereröffnung meist nicht schnell genug erfolgen kann, wenig zu fürchten. Um sich dem wirksamen feindlichen Feuer zu entziehen, genügt die Einhaltung einer durchschnittlichen Höhe von 500 *m*.

Über die Vorzüge des Ein- und Zweideckers für militärische Zwecke urteilt Mackenthun, daß diese Frage vorläufig noch nicht entschieden werden kann. Der Eindecker ist im allgemeinen schneller und hält sich deshalb besser im Gleichgewichte. Der Zweidecker hat mehr Tragfähigkeit, ist zwar langsamer, landet dafür aber leichter.

Nach den bisherigen Erfahrungen kann auch dem Schlußurteil zugestimmt werden, daß das Flugzeug ein gefährliches Kampfmittel, jedenfalls aber bald das gefürchtetste Aufklärungsmittel der Zukunft werden wird, das der eigenen Truppe unschätzbare Dienste leisten kann.

Hauptmann Härtel, ein bekannter Ballonphotograph, beschäftigt sich mit großer Liebe mit der militärischen Verwertung der Ballonphotographien und soll namhafte Erfolge erzielt haben.

Frankreich. Die französischen Manöver im Sommer 1911 boten vielfach Gelegenheit, die Photographie in den Dienst der Erkundung zu erproben. Bei Verdun fand ein sehr interessantes Aeroplanmanöver statt. Es handelte sich darum,

daß die Flugzeuge, die morgens von Verdun abgeflogen waren, Toul erreichen und die Fortschritte der dortigen Befestigungsarbeiten sowie die Stellung der Truppen feststellen und nach Verdun berichten sollten. Alle Truppen der Garnison hatten Aufstellung genommen, und ein Fesselballon verkündete rechtzeitig das Herannahen der Flieger. Drei Maschinen der französischen Flugzeugflotille, die sich gegenwärtig in Verdun aufhält, verließen das dortige Flugfeld morgens um 5 Uhr und flogen auf Toul zu. Die Führer waren Hauptmann Bellanger und die Leutnants Blard und Menard. Leutnant Blard hatte als Beobachter den Hauptmann Lebeau mitgenommen. Eine Stunde nach dem Aufstieg erreichten die Aeroplane in einer Höhe von 1000 bis 1200 *m* die Befestigungswerke von Toul. Es war ihnen möglich, sehr interessante Beobachtungen zu machen. Sie überflogen dann den Fesselballon, der im Ernstfalle zerstört worden wäre. Außerdem wurden von dem Aviatikern während des Fluges zahlreiche Photographien von außerordentlicher Klarheit aufgenommen, die ein sehr wertvolles Material für einen Angriff auf die Festung geben. Auf einem der Zweidecker wurde ein photographischer Apparat mitgeführt, der mit einer neuen, vom Hauptmanne Lebeau erfundenen Einrichtung ausgerüstet war, welche gestattet, aus Höhen von über 1000 *m* bei einer Schnelligkeit des Flugapparates von 100 *km* in der Stunde absolut scharfe Bilder aufzunehmen. Nachdem die drei Flugzeuge so mit Erfolg ihre Aufgabe gelöst hatten, traten sie ohne Zwischenfall den Rückflug nach Verdun an, wo sie glücklich eintrafen, nachdem sie 180 *km* durchflogen hatten. Die französischen Zeitungen weisen darauf hin, daß die Entfernung von Verdun nach Toul dieselbe ist wie die von Verdun nach Metz.

Italien. Hier wurden vornehmlich Versuche mit Lenkballons gemacht, wobei gleichfalls der photographische Apparat in den Dienst der Rekognoszierung gestellt wurde. — Näheres ist aus den italienischen Journalen nicht zu erfahren.

Österreich. Nach den Mitteilungen der Tagespresse unternahm Ingenieur Sablatnigg mit dem Berufsphotographen Karl Zapletal als Passagier einen Aeroplanaufstieg. Aus einer Höhe von 100 bis 150 *m* machte der Photograph vier Aufnahmen des Wiener-Neustädter Flugfeldes mit den Hangars, dann von Blumau und der Pulverfabrik.

Auch in Rußland, England, Amerika usw. soll man daran arbeiten, Photographien, die aus den Flugfahrzeugen erhalten wurden, in den Dienst der Photogrammetrie zu stellen.

Leider erfährt man über diese Arbeiten nichts Näheres, da die Militärverwaltungen über derartige Arbeiten keine Publikationen zulassen.

**Staatliche Prämien für Aeroplanphotographien in Preußen.** Das preußische Kriegsministerium beabsichtigt, drei Preise für die beste photographische Aufnahme von einem Aeroplan aus auszusetzen. Die Prämien in der Höhe von 500 Mk., 300 Mk. und 200 Mk. fallen demjenigen deutschen Flugzeugführer zu, der aus einer Mindesthöhe von 250 *m* die deutlichste photographische Aufnahme des überflogenen Geländes und der markantesten Terrainpunkte liefert. Die Beteiligung an der Konkurrenz steht jedem deutschen Piloten frei, der noch keinen Preis für photographische Leistungen aus dem Flugzeug heraus erhalten hat. Der nähere Termin für die Austragung der Bewerbung soll demnächst bekannt gegeben werden.

**IV. Ferienkurs in Stereophotogrammetrie in Jena.** Es bestand die Absicht, zu Ostern dieses Jahres den IV. Ferienkurs in Stereophotogrammetrie in Jena abzuhalten. Wie wir einer freundlichen Mitteilung des Herrn Dr. C. Pulfrich entnehmen, wird nun der vierte dieser Kurse, die sich so glänzend eingeführt haben, erst im Herbst dieses Jahres stattfinden. Die Leitung hat Dr. Pulfrich. Wir werden nicht versäumen, im nächsten Hefte den genauen Zeitpunkt für den Kurs und das Programm desselben zu bringen.

**Stereophotogrammetrische Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien** dauerten in der Sommerkampagne 1911 vom 15. Juli bis 20. September und umfaßten in Tirol die Zillertaler Alpen vom Schwarzenstein

bis zur Dreiherrnspitze in der Riesenfernergruppe. Hauptmann E. v. Orel, der wie in den früheren Jahren die Arbeiten leitete, führte einige Offiziere in die Praxis des Verfahrens ein und hatte mehrere Gäste zwecks Information zum Besuche, und zwar:

Alexander Más y Zadua, Oberstleutnant und Professor der Topographie an der Kriegsschule in Madrid, ferner Hitosi Omura, Major der japanischen Armee aus Tokio, und den Major P. Fotiades von der griechischen Landesaufnahme in Athen.

Das dankbar schönste Wetter begünstigte die Arbeiten im hohen Maße.

## Literaturbericht.

### Bücherbesprechungen.

**Stereoskopisches Sehen und Messen.** 8°, 80 S. mit 47 Figuren und einem Literaturverzeichnis seit 1900. Jena, G. Fischer 1911. Preis 1 Mk.

Dr. C. Pulfrich, der verdienstvolle wissenschaftliche Mitarbeiter der Carl Zeiss-Werke in Jena, der Begründer der Stereophotogrammetrie, hat für das große Sammelwerk der Encyclopaedia Britanica den Artikel „The Stereoskop" verfaßt, zu welcher Arbeit Pulfrich wohl der berufenste Autor war. Die vorliegende Publikation ist ein erweiterter Abdruck des erwähnten Artikels aus dem großen englischen Werke.

Die Schrift Dr. Pulfrichs, welche sich mit dem stereoskopischen Sehen und Messen beschäftigt, bildet eine vorzügliche Ergänzung des Werkes von M. v. Rohr: „Die binokularen Instrumente", indem sie die stereoskopischen Instrumente ausführlich behandelt, was Dr. v. Rohr in seinem Werke nicht tun konnte, weil die Entwicklung und Ausgestaltung der Apparate der messenden Stereoskopie in das gegenwärtige Jahrhundert fallen. Da nun Dr. Pulfrich, der Schöpfer des stereoskopischen Meßverfahrens, in seiner Arbeit den Interessenten den Werdegang seiner Schöpfungen schildert, weiters auch auf neue Instrumente hinweist, die er konstruiert hat und die noch nicht veröffentlicht wurden, aber die unbedingt namhafte Fortschritte auf dem Gebiete der stereoskopischen Meßkunst erhoffen lassen, so wird zweifellos die sehr klar geschriebene Publikation von den zahlreichen Freunden der messenden Stereoskopie wärmstens begrüßt und die beste Aufnahme ist ihr gesichert.

Das Literaturverzeichnis, welches 276 Aufsätze über die stereoskopische Meßkunst und verwandte Gebiete aus den letzten 12 Jahren bringt, ist nahezu lückenlos und für einen jeden Forscher auf diesem Gebiete von großem Werte. Da nun in dem oben angeführten Werke von Dr. v. Rohr die ältere stereoskopische Literatur in einer großen Vollständigkeit zusammengetragen ist, so enthalten die Werke von Pulfrich und v. Rohr alles, was man in Stereoskopie sucht. D.

**Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis.** Von Paul Seliger, Vermessungsdirigent der königl. preußischen Landesaufnahme. I. Teil: Einführung in die Topographie, Einführung in die Bildmessung, Normal-Stereogramm. Mit 111 Textfiguren. Berlin. Verlag von Julius Springer. 1911. Preis 12 Mk.

Der Autor dieses verdienstvollen Werkes, Paul Seeliger, der als Vermessungsdirigent bei der königl. preußischen Landesaufnahme tätig ist und seit vielen Jahren in der topographischen Abteilung als eine geschätzte Kraft bewertet wird, hatte das Glück, die stereoskopische Meßmethode sofort von ihrem Erscheinen im Jahre 1901 an eifrigst zu verfolgen und durch die Förderung, welche der im Jahre 1904 verstorbene Generalmajor Schulze, damaliger Chef der Topographischen Abteilung, dem stereoskopischen Bildmeßverfahren widmete, war es ihm gegönnt, mit der Ausführung seiner interessanten Versuche vertraut zu werden und auch selbständige Arbeiten ausführen zu dürfen.

Auch der Nachfolger des Generalmajors Schulze, der gegenwärtige Chef der Topographischen Abteilung, Oberst v. Harbou, erkannte den Wert der photographischen Meßkunst im allgemeinen und der Stereophotogrammetrie im besonderen und setzte die begonnenen Versuche mit großem Eifer und Sachkenntnis fort. Hierbei hatte Seliger Gelegenheit, eingehende Studien zu machen und wertvolle praktische Erfahrungen zu sammeln, und es ist mit Dank anzuerkennen, daß es die vorgesetzte Behörde Seliger gestattete, seine Studien und Erfahrungen in einem Werke niederzulegen.

Seliger hat den vorwiegend topographischen Charakter der stereoskopischen Messung im Auge und seine berufliche Stellung drängte ihn gewissermaßen dazu, den Stoff vom Standpunkte der Topographie zu behandeln und zu gliedern. Er teilt seine Arbeit in zwei Teile:

Der erste Teil enthält neben der unentbehrlichen kurzen Einführung in die Topographie und in die Bildmessung die einfachste und lohnendste Art stereoskopischer Aufnahmen, den Normalfall, das Normal-Stereogramm; dieser wird als Nachschlagebuch bei den gebräuchlichsten Feldarbeiten nützlich sein.

Der zweite Teil des Werkes wird sich mit den Messungen mit Hilfe des Stereokomparators, mit der Verarbeitung der Meßresultate und mit den schwierigeren Kapiteln der stereoskopischen Aufnahmen beschäftigen; er wird vorwiegend als Handbuch für die Zimmerarbeiten der photographischen Meßkunst Verwendung finden.

Der erste Teil umfaßt drei Kapitel, und zwar:

Erstes Kapitel: Einführung in die Topographie;

zweites Kapitel: Einführung in die Bildmessung, und

drittes Kapitel: Das Normal-Stereogramm.

Der Autor beabsichtigte keineswegs, ein ausführliches Lehrbuch der Topographie zu bieten, sondern er gibt eine allgemeine Orientierong über das weite Gebiet der Topographie, weil er sich durch die Topographie einen Rahmen geschaffen hat, in dem er die Anwendung der stereoskopischen Aufnahme, gestützt auf seine reichen Erfahrungen, darstellen wollte.

Seliger schildert das Wesen der topographischen Aufnahmen. Die trigonometrischen Grundlagen, der Meßtisch und seine Verwendung in der Topographie, die Orientierung desselben mit der Magnetnadel und auf Grund von gegebenen triangulierten Punkten, die Höhenbestimmung des Topographen, welche die Schichtenlinien zu ermitteln gestattet und schließlich die Original-Meßtisch-Aufnahme wird kurz geschildert.

Dem Ideale des topographischen Meßverfahrens, wobei der Topograph die Distanzmessung ohne Signalisierung des ins Auge gefaßten Punktes auszuführen, die Umgebung dieses Punktes auch körperlich richtig zu beurteilen wünscht, um die Legung der Schichtenlinien bewirken zu können, kommt recht nahe das stereoskopische Meßverfahren; es ermöglicht nicht nur eine brauchbare Entfernungsmessung im obigen Sinne, sondern gestattet auch eine sichere Raumbeurteilung.

Die Eigenart der stereoskopischen Messungen wird zunächst an drei typischen Beispielen veranschaulicht, und zwar kommt zur Behandlung:

die Topographie des Menschen,

die Topographie der Meereswellen und

die Forschungstopographie.

Auf Grund des im Jahre 1907 ausgeführten Versuches, bei welchem mittels der Stereomeßkamera von Dr. Pulfrich die Büste des Generalfeldmarschalls Grafen v. Moltke aufgenommen wurde, zeigt Seliger in einem Schichtenplan, wobei die im Abstande von 1 *cm* geführten äquidistanten vertikalen Schichtenebenen zur Konstruktion benutzt wurden, wobei große Schärfe in den Messungen erzielt wurde. Die Ähnlichkeit des Porträts und des Profiles ist nahezu eine absolute.

Im Jahre 1905 hat Prof. Laas in Berlin stereophotogrammetrische Aufnahmen von Meereswellen ausgeführt, um die wahren Formen derselben festzustellen, was

für die Schiffbautechnik von größtem Interesse ist. Seliger verwertet Resultate der stereoskopischen Messung zur Herstellung eines Schichtenplanes der Meereswellen und schaffte so als erster eine Topographie der Meereswellen.

Welchen großen Nutzen stereoskopische Messungen für Forschungsreisen besitzen, zeigte Seliger an einem dritten Beispiele, den zwei Offiziere der Preußischen Topographischen Abteilung der Landesaufnahme im Jahre 1907 auf Spitzbergen die Stereoaufnahmen gemacht haben.

Nun wendet sich der Autor den „Trigonometrischen Grundlagen der Entfernungsmessung mittels kurzen Basen zu". Er gibt das Wesen der trigonometrischen Entfernungsmessung und bespricht in äußerst gründlicher Weise alle auftretenden Fehlerquellen. Dann geht er auf die Einteilung der Winkel über.

Die topographische Höhenmessung findet eine eingehende Behandlung, wobei naturgemäß auf den Einfluß der Erdkrümmung und Refraktion eingegangen wird. Es werden die instrumentellen Hilfsmittel für die Höhenmessung vorgeführt, weiters auch das barometrische Höhenmessen und die Verwendung von Siedethermometern zur Höhenmessung geschildert.

In dem Abschnitte „Topographische Arbeitsgebiete und Aufnahmemethoden" bespricht Seliger die heimische Landestopographie, die Aufnahme im Maße 1:25.000, die Original-Meßtisch-Aufnahme 1 : 10.000, geht auf Spezialaufnahmen für Sonderzwecke ein und behandelt die Kolonial-Topographie. Aufnahmen in Maßstäben 1:500.000 und 1:1,000.000, sowie Vorarbeiten hierzu, bilden nebst einer Besprechung der Forschungs-Topographie den Schluß des ersten Kapitels.

Das zweite Kapitel wird mit der Winkelmessung mit dem Theodolite eingeleitet, woran sich die Bildmessung mit dem Theodolite anschließt. Seeliger zeigt, wie Horizontal- und Vertikalwinkel von Visierstrahlen, beziehungsweise ihrer Projektionen auf den Horizont bestimmt werden können von Punkten, die im Gesichtsfelde des Fernrohres erscheinen, vorerst unter der Voraussetzung, daß die Bildebene vertikal ist. Es werden die Bildkoordinaten $x$ und $y$ der abgebildeten Punkte mit einem Schraubenmikrometer ausgemessen und dann Horizontal- und Vertikalwinkel ($\alpha$ und $\beta$) nach den Formeln:

$$tg\,\alpha = \frac{x}{f}, \quad tg\,\beta = \frac{y}{\sqrt{f^2 + x^2}}$$

berechnet, wenn $f$ den Abstand der Bildebene des Fernrohres vom Objektivmittelpunkte bedeutet. Seeliger stellt die etwas komplizierteren Formeln für $\alpha$ und $\beta$ auf, wenn die Bildebene zum Horizonte geneigt ist.

Nun kommen jene Teile des Werkes, die sich im Detail mit der „Photographischen Meßkunst" befassen, und zwar zuerst die „Bildmessung mit dem Phototheodolite".

Es wird der Universal-Phototheodolit von Günther und Tegetmeyer in Braunschweig im Bilde gebracht, die Bedingungen präzisiert, denen der Universal-Phototheodolit zu entsprechen hat, und hierauf die einfachen Phototheodolite für Topographie besprochen.

Nun kommt die Ausführung von photographischen Aufnahmen zur Sprache und zwar zuerst die Aufnahmen mit trigonometrischer Grundlage für exaktere topographische Zwecke in Maßstäben von 1 : 25.000 bis 1 : 100.000, also die Phototopographie. Der Autor erörtert die Rekonstruktionsarbeit, geht auf die Identifizierung von Punkten näher ein und zeigt in guter bildlicher Darstellung die Rekonstruktion. Die Höhenmessung wird eingehend behandelt und der Höhenmesser von Paganini beschrieben.

Der Verwendung von Stereoskopaufnahmen von den photographischen Standpunkten wird das Wort geredet, die mit großem Nutzen die Zimmerarbeit des Topographen bei der Rekonstruktion fördern können.

Wenn phototopographische Arbeiten z. B. für die Herstellung der Militärkarten Verwendung finden, so bekommt nun der Topograph nicht mehr ein Meßtischbrett mit dem Katastergerippe, einem Koordinatennetz und einigen Fixpunkten allein,

sondern die Topographie der obersten Regionen (Felspartien im Gebirge) sind auf dem Brette nahezu abgeschlossen und seine Arbeiten in den Tälern und Hängen in der Tiefe weisen eine große Zahl von kotierten Punkten auf, die photogrammetrisch festgelegt worden sind.

Die photogrammetrischen Aufnahmen ohne trigonometrische Grundlage, wie sie bei Itinerar, Weg- und Routenaufnahmen von Forschungsreisenden vorkommen, sind trefflich beschrieben und an der Hand einer von Topograph Schmid in Kleinasien ausgeführten Aufnahme, die eine sehr gute Skizze darstellt, erläutert.

Ein besonderer Abschnitt ist der Ballonphotographie, beziehungsweise der Ballonphotogrammetrie gewidmet. Es werden Ballonaufnahmen vertikal gerichteter und dann mit einer beliebig geneigten Kameraachse untersucht und ihre Verwertung gezeigt.

Seliger bespricht speziell den Wert der Ballonaufnahmen für die Vermessung von Küsten, die sich auf sorgfältig ausgeführte Ortsbestimmungen stützen. Bezüglich der Verwendung von Ballonaufnahmen für Inlandsgebiete gibt sich der Autor keinen allzu hohen Hoffnungen hin.

Das dritte Kapitel: „Das Normal-Stereogramm" behandelt den bis heute in der Praxis der Stereophotogrammetrie am meisten benutzten Fall, wobei die Kameraachsen normal zur Basis gelegen sind und die Bildebenen der in den Endpunkten aufgenommenen Photogramme in derselben Vertikalebene sich befinden.

Seliger bespricht das Prinzip des stereoskopischen Meßverfahrens, das Aufnahmefeld bei gewöhnlichen photogrammetrischen Aufnahmen und beim Normalfalle der Stereophotogrammetrie. Er gibt die mathematischen Grundlagen des Normal-Stereogrammes, bespricht die Bilddifferenz (Parallaxe), die Ebenen gleicher Bilddifferenz, stellt die Ausdrücke für die Raumkoordinaten eines stereophotogrammetrisch bestimmten Punktes auf und erörtert den Nutzen derselben. Hierauf geht er auf die Fehler ein, welche entstehen, wenn die Kameraachsen nicht parallel sind, und behandelt auch die gleichmäßige Verschwenkung beider Kameraachsen. Auch die Krümmung der Ebenen gleicher Bilddifferenzen findet eine sehr klare, bildliche und textliche Behandlung.

Vom allergrößten Interesse ist der Abschnitt: „Erreichbare Genauigkeit des stereoskopischen Meßverfahrens", worin der Autor auf Grund eines umfangreichen Materiales seine Schlüsse zieht. Durch scharfe, rechnerische Vergleiche der Stereomessung mit den Ergebnissen der Landestriangulation und unter Berücksichtigung der Gesetze über das Anwachsen der Entfernungsfehler hat der Verfasser eine Tabelle aufgestellt, aus der man einen Anhalt für die zu erwartende Genauigkeit der Entfernungsmessung gewinnt.

Es werden dann die Anforderungen präzisiert, welche bei der Aufnahme von Stereogrammen gefordert werden, worauf auf die Beschreibung der Präzisions-Phototheodolite der Firma Carl Zeiss in Jena übergegangen wird.

Wir finden die Stereometer-Kamera, den Feld-Phototheodolit, dann die Stand-Phototheodolite genau beschrieben mit allem Zubehör: Meßlatten, Stativen etc.

Hierauf werden die Feldarbeiten bei der Aufnahme mit dem Feld-Phototheodolite geschildert: die Basismessung mit dem Stahlbande, die Messung mit Distanzschraube und horizontaler Latte, sowie die Anlage und Ausführung einer Basistriangulation. Auch hier wird über die Genauigkeit dieser Operationen Näheres gebracht. Die Handhabung und Verwendung des Phototheodolites findet nun eine eingehende Besprechung, es ist eine Art Instruktion, die gegeben wird, eingehend und gründlich.

Sehr lesenswert ist der Abschnitt über „Stereoskopische Rundbilder". Auch auf die Ausführung von Arbeiten mit den Stand-Phototheodoliten wird näher eingegangen.

Ein sehr verdienstvoller Abschnitt, nahezu der ganze Schluß des ersten Bandes

ist den Fehlerquellen der stereoskopischen Feldarbeiten gewidmet. Noch in keiner Publikation ist dieser wichtigen Materie so viel Raum gewidmet worden und auch nirgends sind die einzelnen Fehlerquellen so gründlich kritisch beleuchtet, wie in dem vorliegenden Werke.

Sehr zu beherzigen sind eingestreute Bemerkungen, die an jene adressiert sind, die da glauben, man nimmt die photogrammetrischen oder stereophotogrammetrischen Apparate, geht hinaus und muß etwas Brauchbares nach Hause bringen. Nur gut vorgebildete Photogrammeter, welche ein gut Stück der Geodäsie beherrschen und gute Instrumente haben, werden etwas leisten; in einigen Stunden kann kein Photogrammeter ausgebildet werden.

Wir freuen uns auf den zweiten Teil des Werkes, der gewiß Interessantes aus der Ballonphotogrammetrie und außerdem einen großen Teil der stereoskopischen Meßmethode nebst Behandlung der Zimmerarbeiten bringen wird.

Wir hegen die Hoffnung, daß die Wissenschaft auf den zweiten Teil des Seligerschen Werkes wohl nicht allzu lange wird warten müssen. Es wäre im Interesse aller, die sich mit dem stereoskopischen Meßverfahren beschäftigen, daß ein so eminent erfahrener Praktiker, wie es der Herr Vermessungsdirigent P. Seliger ist, in Bälde seine Arbeit abschließen würde. Wir sind überzeugt, daß die königl. preußische Landesaufnahme die verdienstvolle Arbeit ihres Beamten fördern werde, denn auch ihr gereicht Seligers Publikation zur Ehre.

Dem Verlage gebührt alles Lob; der Satz ist schön und korrekt, die Figuren sind deutlich.

Das Werk kann bestens empfohlen werden. D.

**Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen.** Von Dr. Franz Eichberg, k. k. Polizei-Oberkommissär in Wien. 66 Seiten mit 21 in den Text gedruckten Abbildungen. Halle a. S., Verlag von Wilhelm Knapp. 1911. Preis: 3 Mark. Heft Nr. 76. Enzyklopädie der Photographie.

Die Photographie ist eine mächtige Bundesgenossin des Menschen im Kampfe gegen die Schädlinge der menschlichen Gesellschaft. Das photographische Bild mit seiner streng objektiven Darstellung leistet der Behörde wertvolle Dienste, es weist bei Verbrechen die Polizeiorgane auf die richtige Fährte und hat häufig bei Aufdeckung von Verbrechen das entscheidende Wort.

Unter den zahlreichen Behelfen, welche die Photographie der kriminalistischen Polizei liefert, nimmt wohl die photogrammetrische Tatbestandsaufnahme einen hervorragenden Platz ein, sie stellt sich mit großem Erfolge in den Dienst der Justiz. Auf Grund einer photogrammetrischen Aufnahme eines Tatbestandes ist man in der Lage, räumliche Verhältnisse, Abstände, Dimensionen von Objekten festzustellen und aus diesen Feststellungen weitere Schlüsse zu ziehen.

Das photogrammetrisch adjustierte Lichtbild eines Wohnzimmers, in welchem beispielsweise ein Ermordeter aufgefunden wurde, gibt uns auf Grund einfacher Überlegungen alle wünschenswerten Aufschlüsse über Entfernungen in dem Raume. Der Untersuchungsrichter vermag ohne Verhör z. B. festzustellen, ob sich ein Erwachsener hinter irgendeinem Möbelstücke verbergen konnte, denn die Entfernung eines Kleiderschrankes oder eines anderen Möbelstückes von der Wand läßt sich an dem mit einem Distanznetze versehenen Photogramme unschwer bestimmen. Die Vorteile, welche eine photogrammetrische Aufnahme gegenüber einer gewöhnlichen Lichtbildaufnahme besitzt, sind in die Augen springend.

Der geistige Vater der photogrammetrischen Aufnahmen für die Zwecke der Kriminalistik, der sogenannten „metrischen Photographie" ist der Franzose A. Bertillon; in ihm müssen die Verbrecher einen ihren schlimmsten Widersacher erblicken.

Dr. Franz Eichberg der Wiener Polizeidirektion hat durch die Arbeiten Bertillons Anregung erhalten und beschäftigte sich eingehend mit der Theorie und mit der Apparatur des photogrammetrischen Verfahrens für kriminalistische Zwecke. Er fand, daß zufolge der Veränderungen, welche das Papierpositiv bei den

verschiedenen Prozessen erfährt und daß nach dem Einkopieren der Aufnahme in die Bertillonsche Distanznetzkopie trotz größter Sorgfalt, mit der diese Arbeit geschieht, namhafte Unverläßlichkeiten entstehen. Diese sucht Dr Eichberg durch einen besonders konstruierten photogrammetrischen Apparat zu beseitigen. Es wird nämlich auf dem Metallrahmen, an welchem die lichtempfindliche Platte bei Ausführung der photographischen Aufnahme fest angepreßt wird, ein Distanznetz, aus feinen Drähten bestehend, dauernd sehr genau aufgespannt und auf der Platte unmittelbar zur Abbildung gebracht. Auf diese Art werden die Distanzfehler eliminiert.

Während Bertillon auf Grund einer metrischen Aufnahme von dem abgebildeten Teile eines Zimmers eine Planskizze entwirft und den restlichen Teil durch direkte Messungen ergänzt, hat Dr. Eichberg gezeigt, wie aus zwei oder mehreren photogrammetrischen Aufnahmen die Situation des ganzen Raumes gewonnen werden kann.

Dr. Eichberg gebührt das Verdienst gezeigt zu haben, wie eine gewöhnliche Kamera für metrische Photographie adaptiert werden kann; sein photogrammetrischer Apparat wurde von der photographischen Präzisionswerkstätte der Firma R. Lechner (Müller) hergestellt und ist bereits bei der Wiener Polizei eingeführt worden.

Das Werk des Dr. Eichberg, welches über die „metrische Photographie" sowie über die hierzu nötigen Instrumente, insbesondere über den Apparat des Autors Näheres bringt, ist mit großer Sachkenntnis und äußerst verständlich verfaßt. Es kann allen Interessenten bestens empfohlen werden und wir sind überzeugt, daß es viele Freunde gewinnen wird. D.

**Rundschau für Stereophotogrammetrie,** welche in den Jahren 1910 und 1911, an die Zeitschrift der beh. aut. Zivilgeometer in Österreich angegliedert, herausgegeben wurde, wird infolge eingetretener Veränderungen ab 1. Jänner 1912 eine Erweiterung erfahren und wird in selbständiger Ausgabe als Fachorgan für Interessenten der Stereophotogrammetrie erscheinen: Die Schriftleitung behält wie bisher Hauptmann a. D. S. Truck.

Die näheren Angaben betreff dieser Veränderung werden den bisherigen Abonnenten sowie den beteiligten Fachkreisen zeitgerecht zugehen.

## Referate über

### a) Fachartikel in wissenschaftlichen Publikationen.

**Die stereophotogrammetrische Aufnahme des Goldberggletschergebietes im August des Jahres 1909.** (Als Grundlage einer Erforschung des Einflusses der klimatischen Verhältnisse auf die Veränderungen des Goldberggletschers.) Von Artur Freiherr von Hübl, k. u. k. Generalmajor. Sonderabdruck aus den „Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien". 5 Seiten, 1 Figur und eine farbige Karte, $31 \cdot 5 \times 24 \cdot 5$ *cm* Größe. Wien, A. Hölder, 1911. Preis M. 2.—.

Als im Jahre 1902 das k. k. Unterrichtsministerium über Antrag der Abgeordneten Dr. v. Derschatta, Dr. Pergelt und Dr. Tollinger die Subvention der k. k. österreichischen Gesellschaft für Meteorologie zur Führung der Beobachtungen auf dem Hohen Sonnblick erheblich erhöht hatte, wurde dadurch die Fortführung der damals schon durch 16 Jahre unterhaltenen Beobachtungen für längere Zeit gesichert. Eine solche, voraussichtlich durch viele Jahre fortlaufende Beobachtungsreihe bot die allergünstigste Gelegenheit, den Einfluß der klimatischen Verhältnisse auf die Veränderung der Gletscher des Goldberggebietes zu erforschen, wozu noch der Umstand kommt, daß der größte dieser Gletscher durch seinen Rückgang einen beträchtlichen Teil des Gletscherbettes freigelegt hat. Zur Durchführung einer solchen Untersuchung hat die kaiserl. Akademie der Wissenschaften dem Sonnblickverein, über dessen Einschreiten, in der Gesamtsitzung vom 29. April 1904.

über Antrag der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, eine Subvention von 1600 K bewilligt.

Allen in dieser Richtung zu unternehmenden Schritten mußte eine Feststellung des Zustandes der Gletscher zu einem bestimmten Zeitpunkte durch eine topographische Aufnahme vorausgehen.

Zu diesem Zwecke wurde der k. u. k. Generalmajor Artur Freiherr v. Hübl, Leiter der Technischen Gruppe des k. u. k. Militärgeographischen Institutes, welcher das Karlseisfeld in den Jahren 1899 und 1900 photogrammetrisch aufgenommen hatte, ersucht, auch die Aufnahme des Goldberggletschers in gleicher Weise durchzuführen. Derselbe war indessen damals mit der Ausarbeitung einer weitaus leistungsfähigeren Methode, der stereophotogrammetrischen Terrainaufnahmsmethode, beschäftigt und schlug diese, als für Gletscheraufnahmen besonders geeignet, zur Lösung der gestellten Aufgabe vor.

Wegen der Unstimmigkeiten in den bestehenden Fixpunkten des Goldberggebietes mußte dieser Aufnahme eine Triangulierung II. und III. Ordnung vorangehen, welche das k. u. k. Militärgeographische Institut im Anschluß an die im Gange befindliche allgemeine Revision der Triangulierung in den Alpenländern im Jahre 1906 ausführen ließ.

Zur stereophotogrammetrischen Aufnahme konnte erst im August des Jahres 1909 geschritten werden und es hat, von dem im k. u. k. Militärgeographischen Institute nach den Anleitungen des Freiherrn v. Hübl für dieses Verfahren ausgebildeten Personale, der Oberoffizial Karl Wollen die Ausführung übernommen.

Während die gebräuchliche photogrammetrische Aufnahme das oft recht mühevolle und zeitraubende Aufsuchen identer Punkte in den Bildern bedingt, die von verschiedenen Standpunkten aufgenommen sind, entfällt diese Arbeit bei einer stereophotogrammetrischen Aufnahme gänzlich. Die von den Endpunkten einer gemessenen Standlinie mit demselben Apparat bei parallel gestellten Kameraachsen aufgenommenen Bilder (Negative) werden in den Stereokomparator gebracht und geben dort ein plastisches, stereoskopisches Raumbild, welches mit Hilfe einer stereoskopisch erscheinenden Marke ausgemessen werden kann. Durch Rechnung wird dann die Lage jedes Punktes und seine Höhe über dem Horizonte des linken Endpunktes der Standlinie festgestellt und zur Konstruktion der Karte benutzt.

Die Karte gewährt eine allgemeine Übersicht über die Form und Ausdehnung der Eisfelder und über die Beschaffenheit ihrer nächsten Umgebung; sie gestattet die Ermittlung von Entfernungen, von Höhendifferenzen, das Ausmessen von Flächen u. dgl. m. und sie vermittelt die Orientierung.

Die Veränderungen im Gletscher werden aber durch Photographieren des Eisfeldes nach einiger Zeit mit demselben Apparate von denselben Standpunkten bei gleicher Orientierung zu ermitteln sein. Vergleicht man diese Bilder mit den durch früheren Aufnahmen gewonnenen im Stereoskop, so ist jede in der Zwischenzeit aufgetretene Veränderung sofort zu erkennen und kann auf stereoskopischem Wege zahlenmäßig ermittelt werden. Die photographischen Bilder gewinnen durch die stereoskopische Meßmethode eine früher ganz unbekannte Bedeutung.

Die Bilder der in Rede stehenden Aufnahmen sind zu späterer Verwendung im k. u. k. Militärgeographischen Institute deponiert.

## b) Fachliche Vorträge.

**Über Prinzipien in der Ballonphotographie** hielt Prof. Dr. Miethe in der Hauptversammlung des Berliner Vereines für Luftschiffahrt im Herbst 1911 einen sehr interessanten Vortrag. Er beschränkte sich darauf, die Einflüsse des Mediums zu betrachten, in welchem photographische Aufnahmen unternommen werden. Bei jeder Aufnahme befinden wir uns am Grunde eines Luftozeans, führte der Vortragende aus. Die photographischen Resultate würden im luftleeren Raum anders ausfallen. Denn die Luft bedingt spezielle Eigentümlichkeiten der photographischen Aufnahme. Kein Medium ist im physikalischen Sinne absolut durchsichtig, sondern

als „trübes Medium" zu bezeichnen. Würde man eine wasserhelle Flüssigkeit in einem Glase mit Milch trüben, so würde die milchig trübe Flüssigkeit. gegen einen dunklen Hintergrund gehalten, heller erscheinen. Aber nicht nur die Lichtintensitäten, sondern auch die Farben erscheinen infolge der Einwirkung trüber Medien geändert. Ein weißer Gegenstand wird durch den Einfluß eines trüben Mediums gelblich, ein schwarzer Gegenstand bläulich. Ähnlich verhält sich unsere wasserdampf- und stauberfüllte Atmosphäre. Sie verändert die Farbe der Gegenstände und hat auch eine Eigenfarbe, den „blauen Himmel". Nähert man sich einem Hochgebirge, so erscheinen die Schneeflächen goldgelb, die schwarzen Bergwälder erhalten einen blauen Ton. Dies nennt man die Luftperspektive. Sie bedingt die malerischen Qualitäten der Landschaft. Ohne sie würde uns die Natur reizloser erscheinen. Für den Photographen bedeutet die Luftperspektive eine erhebliche Erschwerung. Die Unterschiede in den Eigenfarben der Gegenstände, ebenso wie die Unterschiede der Helligkeit, werden um so weniger hervortreten, je größer die Entfernung des Gegenstandes ist. Im Ballon tritt dies noch in stärkerem Maße hervor. Hier kennt man keinen Mittel- oder Vordergrund, sondern nur die Ferne, nur den Hintergrund. Bei Ballonaufnahmen wird die Dunkelheit dunkler Gegenstände durch die Blaufärbung aufgehoben, während die hellen Farben abgedämpft werden. Das Resultat des Anfängers ist dann gewöhnlich der Stoßseufzer: „Es ist merkwürdig, ich habe doch richtig belichtet — und auf meinem Bild ist nur ein schwarzer Schleier." Der Anfänger versucht dann gewöhnlich, die Belichtungsdauer zu verringern, um glasklare Negative zu erhalten. Auch dies Bemühen bleibt fruchtlos. Die Bilder werden dann hauchdünn und unbrauchbar. Der Kontrast von Licht und Schatten ist zu schwach. Dies ist die Hauptursache des Mißerfolges. Man muß also nach Mitteln suchen, die schwachen Kontraste zu vergrößern. Man lernt hierbei von der Natur, welche die lichten Gegenstände gelblich, die dunklen bläulich tönt. Auf Grund dieser Erfahrungen wird durch entsprechende photographische Prozesse die gelbe Färbung verstärkt, die dunkle abgeschwächt. Man verwende farbenempfindliche Platten und belichte nicht zu kurz. Brauchbare Resultate erzielt man aber erst dann, wenn man die farbenempfindliche Platte unterstützt, indem man von vornherein bei der Aufnahme dafür sorgt, daß durch Zwischenschaltung eines selektierenden Mediums der Natur entgegengewirkt wird. Dies geschieht durch Gelbscheiben. Die Gelbscheibe läßt Gelb ungeschwächt hindurch und absorbiert Blau in hohem Grade. Die Technik liefert heute gute Gelbscheiben mit vortrefflichen Planflächen. Ein Fehler aber bleibt: glasklare Negative sind auch dann nicht möglich. Man könnte zwar das Blau ganz fortbringen. Aber unsere Atmosphäre, der Himmel ist nicht blau, sondern weißblau. Daher muß jede Ballonphotographie etwas verschleiert werden. Die gute Regel ist: exponiere gut mit Gelbscheibe, benutze einen frischen kräftigen Entwickler mit ausreichender Zeit (5 bis 10, ja bis 15 Minuten); scheue nicht die kräftige Entwicklung, auch wenn sie sehr starke Schwärzung gibt. Nach dem Fixieren benutze dann die üblichen Abschwächer. Auch die Lichtverhältnisse im Ballon sind anders geartet. Die Strahlung ist in den oberen Regionen sehr stark. An die Kamera werden daher größere Ansprüche in bezug auf Lichtdichtigkeit gestellt. Auch dürfen keine lichtschwachen Objektive verwendet werden. Ferner ist zu beachten, daß der Ballastsand die photographischen Apparate verdirbt. Man nehme daher die Kamera in einem dichten Sack mit und ziehe sie nur heraus, wenn sie wirklich gebraucht wird.

**Das stereophotogrammetrische Meßverfahren.** Vortrag auf der IX. ordentlichen Hauptversammlung des deutschen Markscheidervereines zu Essen-Ruhr am 10. September 1911, gehalten von dipl. Markscheider und Bergingenieur F. Schneider vom Carl Zeiss-Werke in Jena.

Die genauen perspektivischen Bilder, welche durch die Photographie geliefert werden, haben bald nach Erfindung der Photographie selbst den Gedanken hervorgerufen, diese Bilder zu Meßzwecken zu verwenden. Schon aus einem perspektivischen Bilde eines Objektes ist die Rekonstruktion unter bestimmen Voraussetzungen möglich. Die Photogrammetrie, wie wir sie heutzutage, unterstützt durch die großen

Fortschritte in Optik und Präzisionsmechanik, eine so bedeutende Stellung unter den Vermessungsmethoden einnehmen sehen, benutzt jedoch zur Rekonstruktion des aufgenommenen Objektes 2 oder mehrere photographische Aufnahmen, die an den Endpunkten großer Standlinien gemacht sind, und aus denen sie nach den Prinzipien der darstellenden Geometrie durch Bestimmung identischer Punkte auf den Aufnahmebildern und durch graphische Konstruktion auf dem Zeichenbrett die ihr gestellte Aufgabe löst.

Aus dem Bestreben, die bei der gewöhnlichen Photogrammetrie notwendigen großen Standlinien zu kürzen und die Schwierigkeit des Aufsuchens identischer Punkte auf den Bildern zu beseitigen, entwickelte sich die Stereophotogrammetrie, die zur Ausmessung der Bilder die dem Menschen innewohnende Fähigkeit verwendet, stereoskopisch zu sehen. Das einfache Beispiel einer stereophotogrammetrischen Aufnahme mit parallelen und senkrecht zur Standlinie gerichteten Achsen der photographischen Objektive der Aufnahmekameras, sowie die sich aus ihm ableitenden 3 Hauptgleichungen der Stereophotogrammetrie für die 3 Raumkoordinaten eines Punktes finden an der Hand schematischer Figuren in Lichtbildern eine eingehende Erläuterung.

Zu den Apparaten für die Ausmessung der Stereogramme übergehend, spricht der Vortragende zunächst von dem bei der Messung im Stereo-Komparator angewandten Prinzip der wandernden Marke und erklärt an der Hand von Projektionsbildern Konstruktion und Wirkungsweise des Stereo-Komparators. Auf die Verwertung der am Komparator erhaltenen Daten auf rechnerische Art und auf graphischem Wege für die Herstellung des Planes wurde kurz hingewiesen.

Der Vortragende geht hierauf näher auf die Apparate, die sogenannten Phototheodolite, ein, mit denen die Stereogramme aufgenommen werden. Daran anschließend führt er eine Anzahl von praktisch ausgeführten stereophotogrammetrischen Arbeiten aus dem Gebiete der Ingenieurtechnik (Projekt einer Eisenbahntrasse) und der Topographie (Arbeiten des k. k. Militärgeographischen Instituts in Wien) vor. Das günstige Verhältnis der Stereophotogrammetrie gegenüber dem sonst üblichen Meßverfahren bezüglich Genauigkeit der Aufnahme und Kürze der Arbeitszeit, das mit der Schwierigkeit des aufzunehmenden Geländes zugunsten des stereophotogrammetrischen Verfahrens wächst, wird eingehend besprochen.

Eine Abart der gewöhnlichen Phototheodolite stellen die sogenannten Stand-Phototheodolite dar, die für Sonderaufgaben der Stereophotogrammetrie verwendet werden. Sie werden an Land oder an Bord eines Schiffes in unveränderlichem Abstand fix montiert und dienen zu Küsten- und Wellenaufnahmen, Ausmessung von Geschoßbahnen, Bestimmung von Geschoßeinschlägen auf dem Meere oder auf dem Lande, Aufnahme von Gefechtsstellungen manövrierender Schiffe etc. Praktisch ausgeführte Aufgaben werden auch hier in Lichtbildern vorgeführt.

Am Schlusse seiner Ausführungen verweist der Vortragende noch auf die große Bedeutung der mechanischen Auftrageverfahren nach stereophotogrammetrischen Aufnahmen, die der Stereophotogrammetrie unter den Vermessungsmethoden einen Platz an erster Stelle sichern dürften. Der von Herrn Oberleutnant E. Ritter v. Orel vom k. k. Militärgeographischen Institute erfundene und durch die Firma Carl Zeiss-Jena gebaute und vervollkommnete mechanische Auftragapparat, Stereoautograph genannt, gestattet in Verbindung mit dem Stereo-Komparator aus 2 nach den Regeln der Stereophotogrammetrie aufgenommenen Photogrammen direkt und automatisch die Karte des photographierten Gebietes zu zeichnen. Der Apparat, der schon Beweise seiner eminenten Leistungsfähigkeit gegeben hat, dürfte dazu berufen sein, die Kartographie auf einen neuen Boden zu stellen, indem er nicht nur die Aufnahme und Konstruktion der Karten außerordentlich verbilligt, sondern vor allem auch die Darstellung des Geländes durch Höhenkurven außerordentlich vereinfacht.

**Neuerungen auf dem Gebiete der Stereophotogrammetrie unter Besprechung der Stereoautographen".** Vortrag, gehalten vom k. u. k. Haupt-

mann E. v. Orel im „Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereine" zu Wien am 9. Dezember 1911.

Der Vortragende geht nach kurzer Rekapitulation der allgemeinen, theoretischen Grundlagen der photogrammetrischen Meßkunst auf das eigentliche Thema über: Die Vervollkommnung der Stereophotogrammetrie durch Einführung des mechanisch-automatischen Prinzips. An der Hand von zahlreichen Lichtbildern wird die im Jahre 1908 begonnene Entwicklung des automatischen Auftrageapparates „Stereoautograph" besprochen, dessen erstes Versuchsmodell (1908) im mathematisch-mechanischen Institut von R. und A. Rost in Wien ausgeführt wurde. Die weitere konstruktive Durchbildung des Instrumentes übernahm dann die Firma C. Zeiss-Jena, der durch die intensive Mitarbeit ihrer wissenschaftlichen Berater und Konstrukteure der im Modell 1911 in zweiter Ausgabe vollendete Stereoautograph zu verdanken ist. Früher waren zur graphischen Festlegung der stereophotogrammetrischen Meßdaten noch umständliche und zeitraubende Rechenoperationen nötig, während das stereoautographische Verfahren solche vollständig überflüssig macht. Ein System von Hebelarmen übernimmt mechanisch die zur Einstellung von Punkten notwendigen Schlittenbewegungen des Stereokomparators und überträgt diese auf einen Zeichenstift, der sofort die Horizontalprojektion der Punkte oder auch Linien automatisch niederzeichnet; an einer Skala können gleichzeitig die jeweiligen Höhen abgelesen werden. Das Schichtenlegen erfolgt bei Kuppelung auf konstante Höhe, wodurch die Schnittlinien der Schichtenebene mit dem Objekt automatisch gewonnen werden. Die Genauigkeit ist eine hervorragende.

Die mit dem Modell 1909 des Stereoautographen durchgeführten interessanten Versuchs- und Vergleichsarbeiten wurden an mehreren praktischen Beispielen gezeigt. Hervorzuheben wäre die sehr instruktive graphische Gegenüberstellung des tachymetrischen mit dem stereoautographischen Verfahren gelegentlich der Präzisionsaufnahme des Schießplatzes bei Hajmáskér 1 : 10.000. Es ist interessant zu sehen, wie die beiden, voneinander ganz unabhängig zur Anwendung gelangten Methoden im Endresultat fast genau übereinstimmen, wobei die automatische Schichte noch reichere Details aufweisen kann.

Auch weitere Vergleiche zeigen die Überlegenheit des neuen Verfahrens, das nicht nur im Hochgebirge, wo es die Mappierungsarbeiten mit großem Nutzen unterstützt und zum Teil auch ersetzt, sondern auch in wenig bergigem Terrain, besonders für Ingenieurzwecke, wo größere Maßstäbe in Frage kommen, Hervorragendes zu leisten imstande ist. Die Nutzanwendung für Trassierungszwecke zeigte eine Versuchsaufnahme bei Neustift am Walde nächst Wien. Exaktheit und Raschheit der Feld- sowie der Zimmerarbeit lassen den Praktiker die Leistungsfähigkeit der Stereoautographie und deren dadurch bedingte Rentabilität sofort erkennen. Eine Reihe weiterer Beispiele zeigt die vielseitige Anwendungsmöglichkeit der Methode auf den verschiedensten Gebieten; so z. B. zur genauen Vermessung und Wiedergabe von Baulichkeiten, die einer direkten Messung oft nur unter den größten Schwierigkeiten zugänglich sind. Vorgeführt wird auch die Bestimmung des Kubikinhaltes eines Lenkballons usw.

Wir sehen mit einem Worte ein neues graphisches Meß- und Auftragverfahren vor uns, das zweifellos berufen sein dürfte, dem praktischen Ingenieur in vielen Fällen von großem Nutzen zu sein.

Es ist wohl anzunehmen, daß die Stereoautographie besonders bei Trassierungsarbeiten usw. ausgedehntere Verwendung finden wird. Sie bedeutet jedenfalls eine wertvollere Bereicherung unserer Hilfsmittel in der Meßkunst überhaupt.

**Die Luftschifferkartenfrage und die neuesten Fortschritte der Photogrammetrie.** Vortrag, gehalten am 28. November 1911 im Kaiserl. Aeroklub zu Berlin von Dr. Max Gasser, Dozent für Geodäsie, Darmstadt. Zuerst gab Redner einen Überblick über die Entwicklung der Flugtechnik und Motorluftschiffahrt. 1908 Zeppelin-Fahrt in die Schweiz; Farmann 1 *km* Rundflug.

Sodann tauchten Schwierigkeiten der Orientierung nach der gewöhnlichen topographischen Karte auf.

1909 zu Lübeck, Deutscher Geographentag, brachte Redner einen vollständigen Entwurf einer Luftschifferkarte. Rücksprache mit Exzellenz Zeppelin. Kartenentwurf im Maßstabe 1 : 200.000.

Moedebeck legte, hierdurch angeregt, im Herbst dem deutschen Luftschiffertage seine Karte 1 : 300.000, Blatt Köln, vor.

Praktische Fahrten ergaben die Unbrauchbarkeit des Moedebeckschen Maßstabes. Die Vorzüglichkeit des Maßstabes 1 : 200.000 erhellt aus den Vergleichen mit der 100.000teiligen Karte. Es fanden sich in:

| | 1 : 100.000 | 1 : 200.000 |
|---|---|---|
| Ortsnamen . | 28 | 26 |
| Flüsse . . | 6 | 4 |
| Straßen . . | 6 | 6 |
| Höhen . . | 14 | (18) |

Als bereits diese Maßstabsfrage entschieden war, trat Peucker-Wien ebenfalls mit einer farbigen Höhenschichtenkarte hervor. Dieselbe ist eine kartographische Leistung, eignet sich jedoch nicht für Luftschiffahrtszwecke.

Gerade das Ergebnis einer Rundfrage bei den Teilnehmern der großen Überlandsflüge spricht dafür, daß möglichst grelle Farben, die rascheres Erkennen ermöglichen, in der Karte gewünscht werden. Hier geht eben die Kartographie und die Praxis der Flugtechnik ihre bestimmten eigenen Wege.

Redner kommt dann zum Ergebnis, daß die Fliegerkarte von den Ortsnamen entlastet werden müsse, da dieselben auch nicht in der Natur vorhanden wären. Die vielen zur Ortsbestimmung notwendigen Linien, wie dichtes Gradnetz, die magnetischen Kurven, würde die Karte weniger entbehren können, wie den einen oder anderen Ortsnamen.

Durch die Umarbeitung der topographischen Karte werden wir nie die vom Flugschiffer geforderte Plastik erreichen. Nur die Photokarte, die von oben herab aufgenommen ist, bringt Karte und Natur in solch innige Übereinstimmung, daß die Orientierung möglichst einfach wird. Hier haben Finsterwalder-München, Scheimpflug-Wien und besonders seit 1900 Dr. Pulfrich-Jena durch seine stereophotogrammetrischen Forschungen die Bahn geebnet. Durch die Erfindung des Stereoautographen durch den k. u. k. Hauptmann Ritter v. Orel-Wien ist es ermöglicht, aus dem Stereogramme auf automatisch-mechanischem Wege die Höhenschichten für topographische Karten und technische Pläne herauszuarbeiten.

In neuester Zeit befindet sich bei den Zeissschen Werkstätten ein Orelscher Stereoautograph in Arbeit, der mit konvergierenden und divergierenden Bilderachsen zu arbeiten gestattet.

Hierdurch ist die Frage der strereophotogrammetrischen Vermessung für das Luftschiff reif geworden.

Die große Schwierigkeit, die Kameraachse parallel zu halten, weicht der Aufgabe, ihre Achsenlage im Moment der Aufnahme zu messen. Diese letztere Bedingung ist technisch leichter zu lösen.

Für die Flugtechnik genügen sodann diese Aufnahmen (große Rollfilm) vollständig. Der Flieger hat links und rechts einen Rollfilm, den er durch eine kleine dem Stereoplanigraphen ähnliche Abrollvorrichtung betrachtet. Durch die halbversilberten Flächen der Prismen sieht man sodann die Karte in großartiger Plastik und geradeaus blickend jede Abweichung vom Kurse, da der Kompas in dem plastischen Bilde zu liegen scheint.

Die beiden Abrollvorrichtungen können durch Anaglyphen ersetzt werden. Durch eine kleine Einrichtung in der Fliegerschutzbrille kann für den Moment ein rotes und grünes Brillenglas vorgeschaltet werden, so daß der Flieger die Karte in wundervoller Plastik wie die Gegend unter ihm, auch im Nebel, vor sich sieht. An einer Reihe von Lichtbildern wurden diese Ausführungen erläutert. Zum Schlusse führte der Redner einige Stereoaufnahmen aus dem Freiballon vor, die ob ihrer Schönheit

und Plastik allgemein bewundert und als die Luftschifferkarte der Zukunft bezeichnet wurden.

Zum Vortrag wurde durch die Firma Zeiss eine Reihe von einschlägigen Instrumenten zur Verfügung gestellt, die erkennen ließen, daß man in Jena auf dem Gebiete des photomechanischen Meßverfahrens einem neuen Abschnitte entgegengeht.

# Bibliographie.

## 1. Selbständige Werke.

Seliger P.: „Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis." I. Teil: Einführung in die Topographie, Einführung in die Bildmessung, Normal-Stereogramm. Berlin 1911

Torroja J. M.: Fototopografia teorica y practica. Memoria doctoral, Zaragoza 1911.

## 2. Journalliteratur.

Arndt L.: „Stereophotogrammetrie und ihre Instrumente in der „Österreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst". Wien 1911.

Gasser Dr. M.: „Aeronautische Ortsbestimmung" in der „Zeitschrift der Höheren Bayrischen Vermessungsbeamten" 1911.

Pantoflíček Dr.: „Über Stereophotogrammetrie" in „Techn. obzor", Prag 1909.

Wendel G.: „A Estereo-Photogrammetria. Methodos e Instrumentos" in „Rev. Polytechn. VI., S. Paolo 1910.

# Vereinsnachrichten.

## Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Gestorben ist am 16. Dezember 1911: Thiele R., Ingenieur, russischer Staatsrat in Moskau, ein eifriger Förderer der Photogrammetrie in Rußland.

Der Sektion ist beigetreten: Dr. J. Pantoflíček, Professor der Geodäsie an der k. k. böhm. Technischen Hochschule in Prag.

Aus dem im Hefte 4 des II. Bandes des „Archives für Photogrammetrie" gegebenem Mitgliedsverzeichnisse sind zu streichen: 56. Marcuse Dr., Universitätsprofessor in Berlin (ausgetreten). 60. Müller Dr. C., Professor der landwirtschaftlichen Hochschule in Bonn-Poppelsdorf, 106. Firma Carl Zeiss in Jena; wobei die zwei letztangeführten Mitglieder nunmehr der Sektion „Deutschland" angehören.

Das gründende Mitglied der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" und der Sektion „Österreich" der k. u. k. technische Oberoffizial S. Tschamler, der nach 40jähriger Dienstzeit im k. u. k. Militärgeographischen Institute in den Ruhestand getreten ist, hat zum Domizil Mähr.-Neustadt gewählt.

## Erste Monatsversammlung am 24. November 1911.

Nach der Eröffnung der Monatsversammlung durch den Obmann Prof. E. Doležal machte dieser im ersten Punkte der Tagesordnung Mitteilung von dem unerwarteten und plötzlichen Tode des Vereins- und Ausschußmitgliedes Hauptmann Theodor Scheimpflug und hielt dem Verstorbenen einen kurzen Nachruf, in welchem er die großen Verdienste Scheimpflugs um die Entwicklung der Ballonphotogrammetrie, die Ausgestaltung der diesbezüglichen Aufnahme- und Rekonstruktionsinstrumente und die Schaffung neuer Methoden und Grundsätze für diese Aufnahmsmethoden hervorhob. Hieraufmachte der Obmann weitere Mitteilungen über die seit der letzten Monatsversammlung ausgeführten photogrammetrischen Arbeiten und andere die Gesellschaft betreffende Vorkommnisse und Begebenheiten und legte die neu erschienenen Publikationen (selbständige Werke und Verhandlungen), welche sich auf die Photogrammetrie beziehen, der Versammlung mit erläuternden Bemerkungen zur Einsicht vor. Anschließend hielt Dozent Dr. K. Peucker, Kartograph des geographischen Verlages Artaria & Co., den freundlichst zugesagten Vortrag „Die Luftschifferkarte und ihre Beziehungen zur Photographie". In seinen Ausführungen, welche von einer großen Anzahl meisterhaft ausgeführter Projektionsbilder erklärend unter-

stützt wurden, erläuterte der Vortragende zunächst das Wesen und den Zweck der Luftschifferkarte und brachte dann einen Abriß über die Geschichte der Landkarte, in welcher er die verschiedenen Methoden der Terraindarstellung in Wort und Bild erläuterte und gleichzeitig die Verwendbarkeit dieser Methoden zur Herstellung einer Luftschifferkarte kritisch beleuchtete. In eingehender Weise besprach er die von ihm selbst angegebene Methode zur Herstellung von Höhenschichtenkarten und erklärte diese vom theoretischen und praktischen Standpunkte, namentlich für die Zwecke des Luftschiffers. Reicher Beifall lohnte den Vortragenden für seine interessanten und belehrenden Ausführungen, für die ihm auch Prof. E. Doležal namens der Gesellschaft für Photogrammetrie den besten Dank aussprach.

## Genauigkeitsuntersuchungen an der „Photographischen Meßkunst".

Das Komitee, welches mit dem Studium dieser eminent wichtigen Frage betraut wurde, ist bereits an der Arbeit; es wurde auch schon mit den Untersuchungen, die nach einem genau festgelegten Programme vorgenommen werden, begonnen.

## Internationaler Kongreß für Photogrammetrie.

Der Ausschuß der Sektion „Österreich", dem statutengemäß die Einleitung der Arbeiten für eine solche Veranstaltung zufällt, hat sich schon mit dieser Frage beschäftigt und ist zu dem Schlusse gelangt, daß eine solche internationale Zusammenkunft von Interessenten der „Photographischen Meßkunst" unmöglich in so großem Umfange abgehalten werden kann, wie Zusammenkünfte von internationalen Vereinigungen, deren Mitgliederzahl nach Tausenden zählt.

Der Erste Internationale Kongreß für Photogrammetrie in Wien wird eine Hauptversammlung der beiden, bis jetzt aktivierten Sektionen der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" sein, an welcher auch Gäste aus Frankreich, Italien, Rußland, Spanien etc. teilnehmen werden, die schon heute ein reges Interesse für diese Veranstaltung bekunden.

Die Hauptversammlung findet in der zweiten Hälfte des Oktober d. J. in Wien statt.

Einladungen und Programme werden rechtzeitig zur Versendung gelangen.

## Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Der Sektion sind beigetreten:

58. Baschin O., Kustos am Geographischen Institute der Königl. Universität, Berlin N W. 7, Georgenstr. 34—36.
59. Fuhrmann K., Professor der Markscheidekunde und Geodäsie an der Königl. Bergakademie in Berlin, Halensee, Johann-Sigismundstraße 2.
60. Königl. Preußische Landesaufnahme, Berlin N W. 40, Moltkestraße 7.
61. Müller Franz, Königl. Eisenbahnobergeometer in Augsburg.
62. Schmidt Dr. M., Professor der Geodäsie an der Königl. Techn. Hochschule in München, Franz-Josefsstraße 13, IV.
63. Selke W., Photograph, Berlin, Marburgerstraße 5.

In den im Heft 4 des II. Bandes des Archives für Photogrammetrie abgedruckten Satzungen der Sektion „Deutschland" ist im § 5 ein Druckfehler unterlaufen. Dieser Paragraph muß lauten:

§ 5. Förderer sind jene Mitglieder, welche als einmaligen Beitrag eine größere Summe, mindestens aber M. 600.— (nicht M. 100.—) dem Vereine stiften. Sie haben die Rechte der ordentlichen Mitglieder.

## Mitteilung des Kassiers.

Die Mitglieder werden gebeten, den Mitgliedsbeitrag von M. 12.— für 1912 bis zum 1. Oktober 1912 an den Kassier der Sektion „Deutschland" Herrn Dipl.-Ing. F. Schneider, Jena, Zeisswerk mit Bestellgeldgebühr M. 0.05 einzusenden, andernfalls wird der Beitrag durch die Post eingezogen.

## Bibliothek der Gesellschaft.

Brückner Prof. Dr. E.: „Oberleutnant Ed. Ritter v. Orels Stereoautograph als Mittel zur automatischen Herstellung von Schichtenplänen und Karten". Sonderabdruck aus den „Mitteilungen der k. u. k. Geographischen Gesellschaft in Wien". Wien 1911.

Hübl A. Freiherr von: „Die photogrammetrische Terrainaufnahme", Sonderabdruck aus den „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Instituts zu Wien". XIX. Band, Wien 1900.

Hübl A. Freiherr von: „Die topographische Aufnahme des Karlseisfeldes in den Jahren 1899 und 1900". Sonderabdruck aus den „Abhandlungen der k. u. k. Geographischen Gesellschaft in Wien", III. Band, Wien 1901.

— „Das stereoskopische Meßverfahren", Sonderabdruck aus der „Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines" in Wien. Wien 1904.

— — „Die stereophotogrammetrische Terrainaufnahme", Sonderabdruck aus den „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Instituts zu Wien", XXIII. Band. Wien 1904.

— — „Beiträge zur Stereophotogrammetrie", Sonderabdruck aus den „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Instituts zu Wien", XXIV. Band, Wien 1905.

— — „Das stereophotogrammetrische Vermessen von Architekturen", Sonderabdruck aus der Monatsschrift „Wiener Bauhütte", Wien 1907.

— — „Die stereophotogrammetrische Aufnahme des Goldberggletschers im August des Jahres 1909", Sonderabdruck aus den „Denkschriften der math.-naturw. Klasse der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien". Wien 1911.

Neuffer F.: „Die Portée-Ermittlung bei Schießversuchen gegen die See", Sonderabdruck aus den „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens", 1907.

Pantofliček Prof. Dr. J.: „Über Stereophotogrammetrie", Sonderabdruck aus dem „Techn. obzor", Prag 1909.

Scheimpflug Th.: *a)* „Erhaltung der Stabilität, wichtigste Formen und Verwendungsarten der Drachen"; *b)* „Flugtechnik im Dienste des Vermessungswesens", ein Sonderabdruck aus dem Werke Hoernes.

Tschamler Ignaz: Leitfaden der Kartographie II. Teil: Karten-Projektion Wien 1902/3.

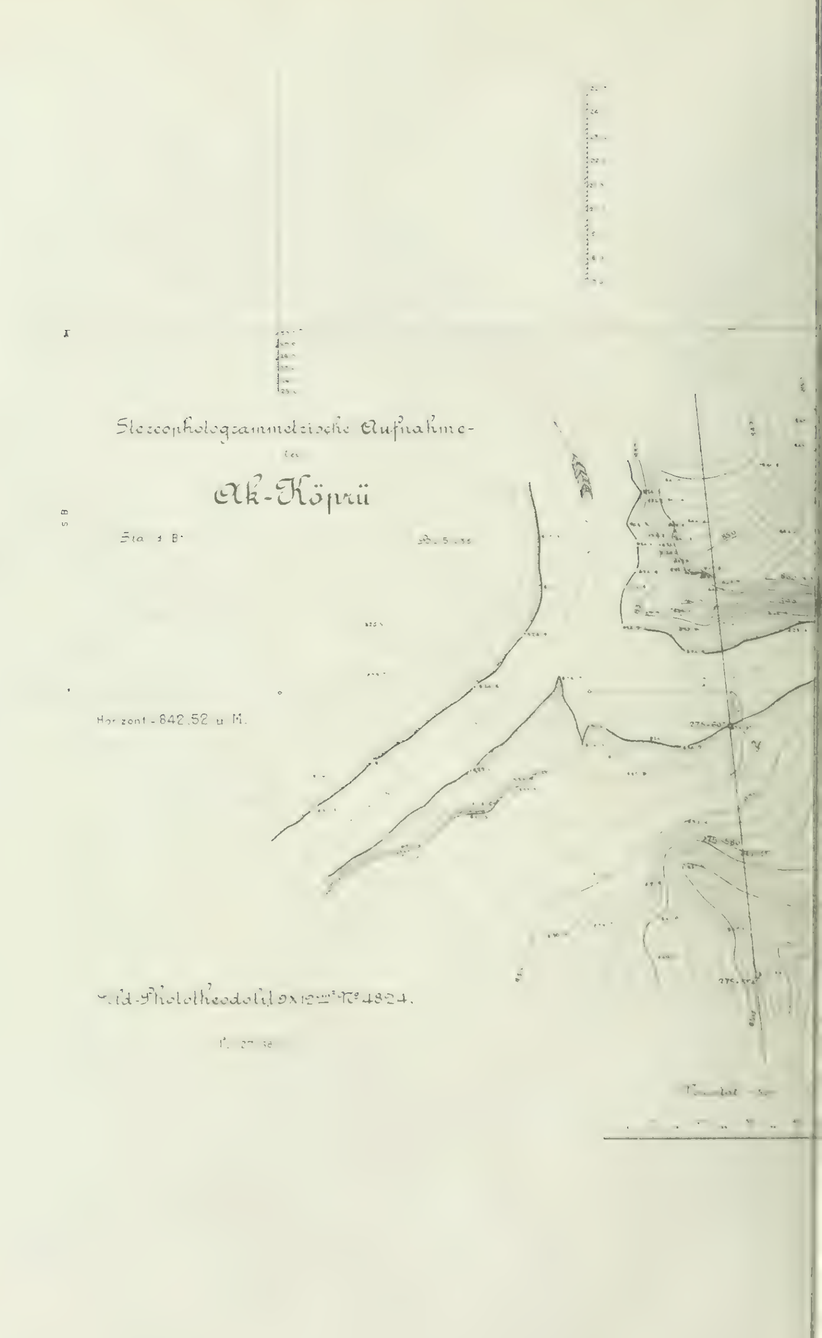
— — Leitfaden der Kartographie. III. Teil (10 Exemplare): Der Kartenentwurf aus photographischen und geodätischen Aufnahmen, Wien 1906.

— — „Studie zu Dr. Pietschmanns photogrammetrischen Aufnahmen in Mesopotamien im Jahre 1910", Sonderabdruck aus den „Mitteilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien", Wien 1911 (2 Exemplare).

Walter B. Prof. Dr.: „Über Doppelaufnahmen von Blitzen mit einer stehenden und einer bewegten photographischen Kamera", Sonderabdruck aus dem „Jahrbuche der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten", XXVII. Bd 1909, Hamburg 1910.

---

Schluß der Redaktion am 31. Dezember 1911

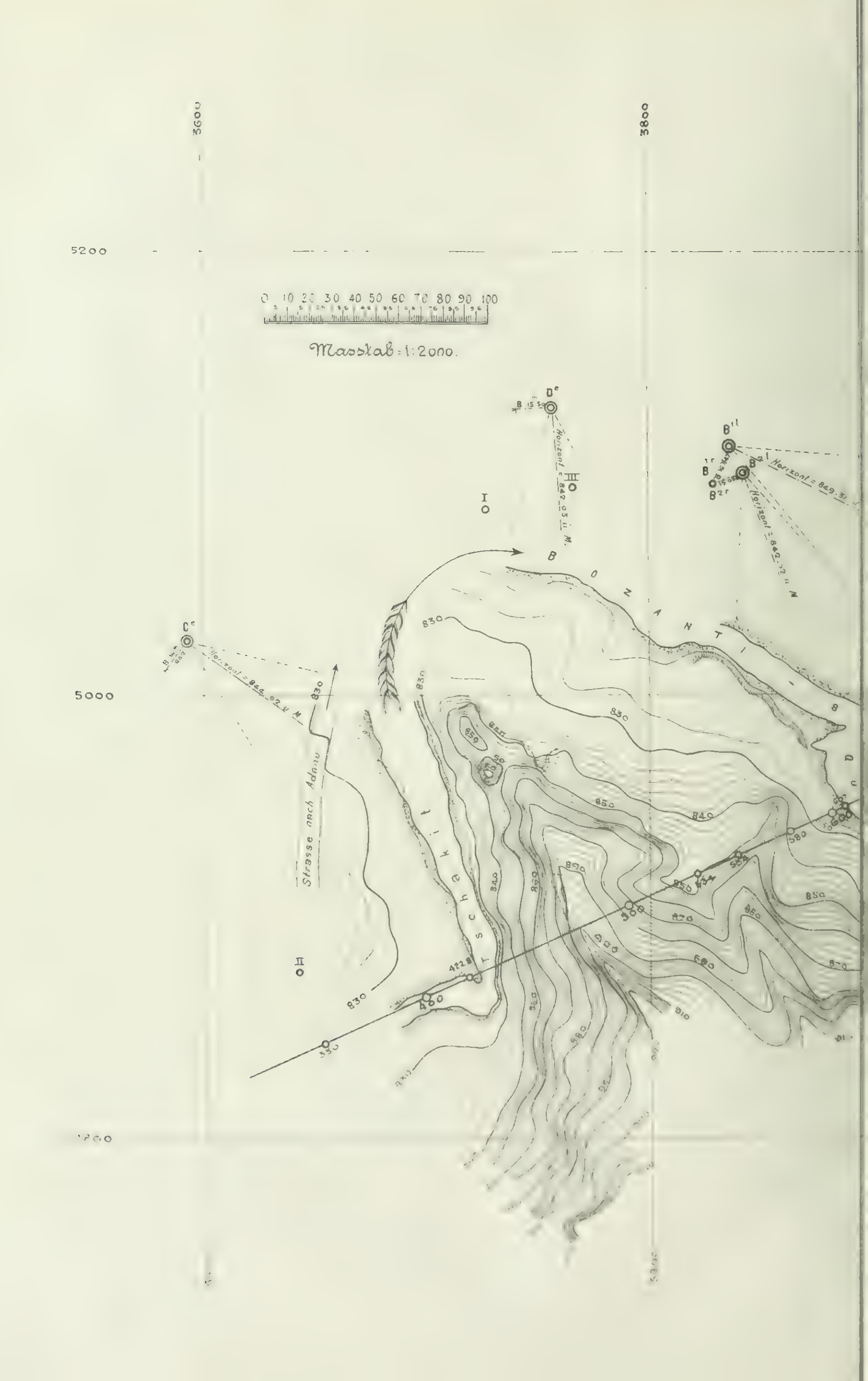

Stereophotogrammetrische Aufnahme-
Ak-Köprü
Horizont - 842.52 ü. M.

Tafel I.

Koordinaten und Höhen der Fixpunkte

| Punkt | Abszisse | Ordinate | Höhe ü. M. |
| --- | --- | --- | --- |
| [illegible] | 384320 | 503934 | [illegible] |
| 275.554 | 383955 | 492022 | 82374 |
| 580 | 3862[illegible] | 493708 | 81609 |
| [illegible]607 | 3587[illegible] | 494820 | 81454 |

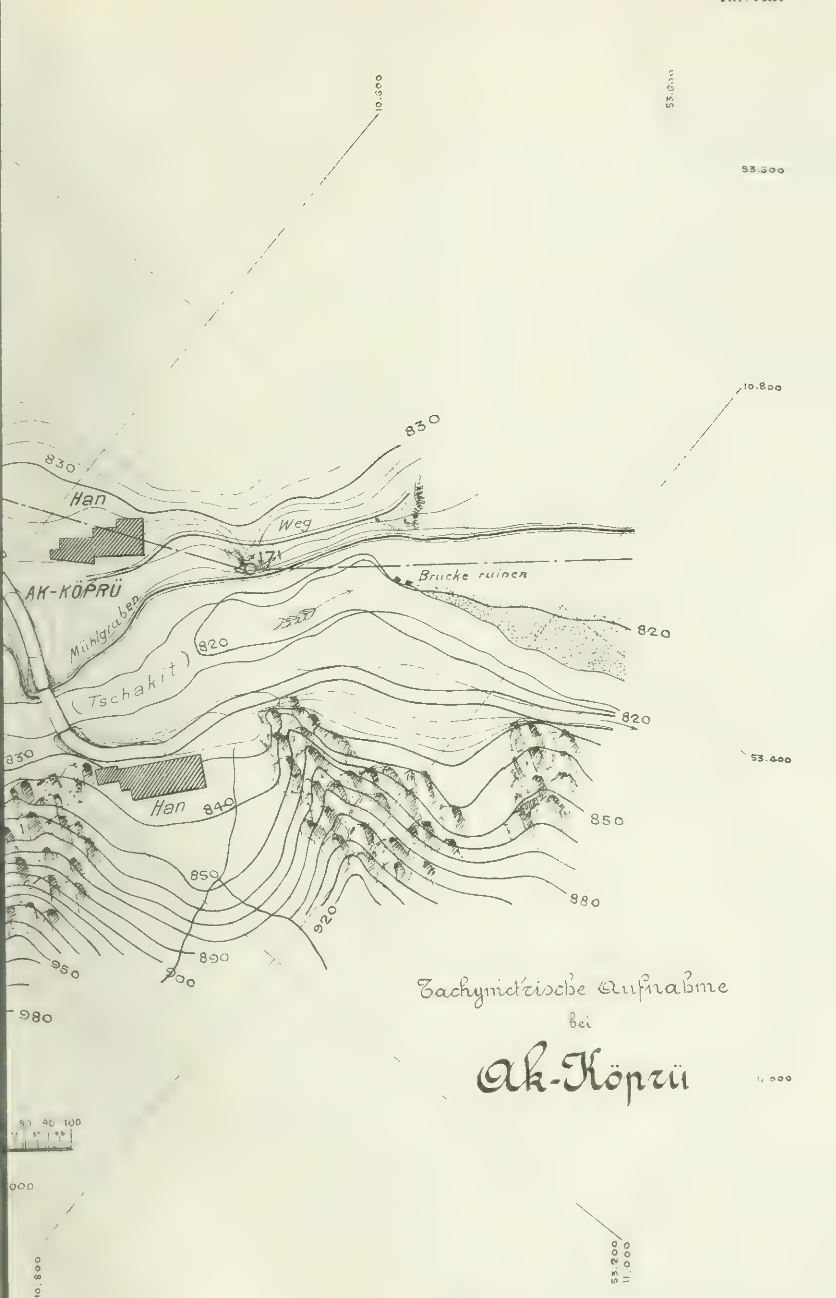
H Lischer Aug 1910



3600
3800
5200
5000
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Masstab: 1:2000.
Strasse nach Adana
B O Z A N T I
Tschakit
830
840
850
870
880
890
900
910


4000
4200
5200
5000
4800
A
Horizont = 843.75 ü. M.
Strasse nach Adana
Tschak
Brücke
R=500
R=400
275.683
AK-KÖPRÜ-HAN
Fussweg
Stereophotogrammetrische Aufnahme
bei
Ak-köprü
(Feld-Photottheodolit 9 x 12 cm No. 4824)
H. Lüscher

Strasse
nach
830
169
B O Z A N T I - S U
170
169
328
830
840
860
830
Quelle
840
880
900
920
950
890
930
53.000
10.400
0 10 20 30 40 50




Tachymetrische Aufnahme
bei
Ak-Köprü

## Stereophotogrammetrische A




[illegible] Gletscher gezeichnet von Hauptmann Karl Popp

Feldarbeit, ausgeführt im Sommer 1907, die Situations- und Höhen
vom Oberleutnant v. Orel gemacht im Winter 1908/9; die Schichten
beträgt

Arbeitsdauer im Felde: 8 Tage, die Zin
Reinzeichnun




nmung mit dem Stereokomparator und dem Autostereographen
n wurden nach Stereoskopbildern gezogen; die Schichtenhöhe
*n.*
rbeit nahm 10 Tage in Anspruch.
25.000.

INTERNATIONALES
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

Redaktion: Hofrat Prof. E. DOLEŽAL in Wien.

III. Jahrgang. Juni 1912. Heft 2.

# Über eine einfache Vorrichtung zur Demonstration der Kurven gleicher Parallaxe.

Von Dr. C. Pulfrich in Jena.

(Mitteilungen aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiß in Jena.)[1]

Im Stereo-Komparator liegen bekanntlich die beiden Platten nebeneinander in einer Ebene, und man schaut durch das Stereo-Mikroskop senkrecht auf diese Ebene hinab. Daher sieht man auch im stereoskopischen Raumbilde die zusammengehörigen Bildpunkte, welche in der Richtung der Verbindungslinie der beiden Augen gemessen, gleichen Abstand voneinander oder mit anderen Worten die gleiche Parallaxe haben (Fig. 1), in der gleichen scheinbaren Entfernung und zwar in einer Ebene, die senkrecht zur Blickrichtung gelegen ist. Stellt man die wandernde Marke im Stereo-Komparator durch Verschieben der rechten Platte auf einen dieser Punkte ein, so sieht man auch alle anderen Punkte, wenn man sie durch Verschieben des Plattenpaares oder des Stereo-Mikroskopes in die Nähe der wandernden Marke bringt, in der gleichen scheinbaren Entfernung mit dieser. Ob die wandernde Marke hierbei links oder rechts von dem betreffenden Punkte oder darüber oder darunter sich befindet, ist in Anbetracht der senkrecht zur Blickrichtung gelegenen Ebene gleicher scheinbarer Entfernung gleichgiltig.

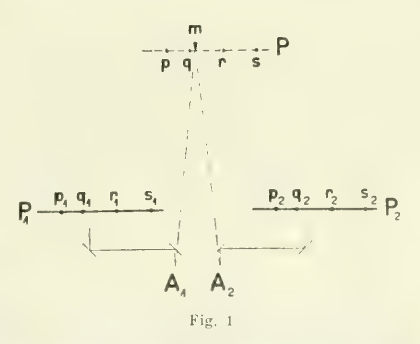



Fig. 1

Mit den Bedingungen, unter denen die Aufnahme der beiden Platten erfolgt, hat diese Vorstellung zunächst nichts zu tun, und sie bleibt immer die gleiche, welcher Art auch die Aufnahmebedingungen sein mögen; Voraussetzung ist nur, daß die beiderseitigen Bildpunkte der oben angegebenen

[1] Mit Bewilligung der Redaktion der „Zeitschrift f. Instrumentenkunde" in Berlin zum Abdrucke gebracht.

Bedingung genügen. Daher fragt es sich, wie unter den einmal gegebenen Aufnahmebedingungen die Punkte im Objektraume liegen müssen, die auf den Platten Bildpunkte von der verlangten Art erzeugen. Die Fläche, die diese Punkte des Objektraumes in sich aufnimmt, wird als Fläche gleicher Parallaxe, und ihr Durchschnitt mit der Horizontalebene als Kurve gleicher Parallaxe bezeichnet.

Man gelangt zu diesen Kurven durch eine geometrische Konstruktion in der Weise, daß man auf ein Zeichenbrett die Lage der beiden photographischen Objektive ($M_1$ und $M_2'$ in den Fig. 2 und 3) und die Achsenrichtung der Objektive im Moment der Aufnahme aufzeichnet, auf einer, im Abstand gleich der Brennweite, senkrecht zur Achse gezogenen Geraden

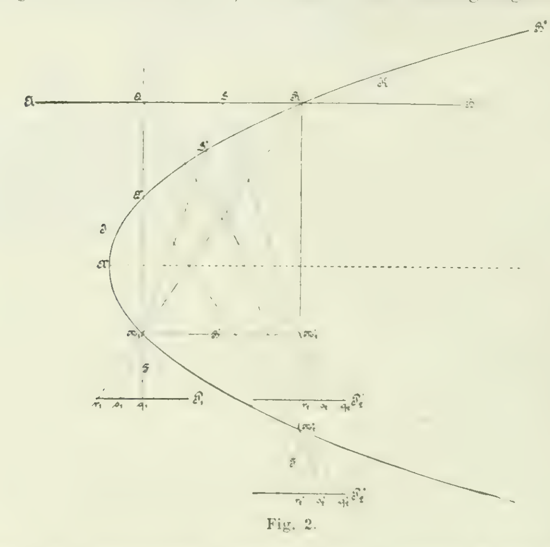


Fig. 2.

eine Reihe von äquidistanten Punkten angibt und diese mit $M_1$ ($M_2'$) verbindet. Die zusammengehörigen Schnittpunkte dieser Strahlensysteme verbindet man dann durch eine Linie und erhält so ohne weiteres eine Kurve gleicher Parallaxe. Wie man aus Fig. 3 ersieht, ergibt sich hierbei gleich eine ganze Schar von Kurven gleicher Parallaxe mit immer dem gleichen Parallaxenunterschied für die aufeinanderfolgenden Kurven.

In dieser Weise habe ich schon im Jahre 1903 den Charakter der Kurven gleicher Parallaxe bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit beliebig zueinander gerichteten horizontalen Achsen untersucht und darüber nähere Angaben gemacht[1]). Die hier wiedergegebenen Fig. 2 und 3 sind jener Arbeit entnommen. Ich habe nachweisen können, daß nur in dem

[1]) C. Pulfrich, „Neue stereoskopische Methoden und Apparate für die Zwecke der Astronomie, Topographie und Metronomie". I. Lieferung. Berlin 1903. S. 42 und 43.

Falle, daß die Platten bei der Aufnahme genau in einer Ebene liegen ($P_1$ und $P_2'$ in Fig. 2), die Fläche gleicher Parallaxe eine Ebene ($AB$) darstellt, die parallel zur Plattenebene durch den Objektraum hindurchgeht, und daß nur in diesem Falle die Vorstellung der Ebene gleicher scheinbarer Entfernung im Einklange ist mit der Wirklichkeit. In allen anderen Fällen erhalten wir den Mantel eines Zylinders und die Kurve, in der der Mantel von der Horizontalebene geschnitten wird, wird zu einer Parabel, wie in Fig. 2 ($P_1$ und $P^*_2$), oder zu einer Ellipse, wie in Fig 3, deren Lage

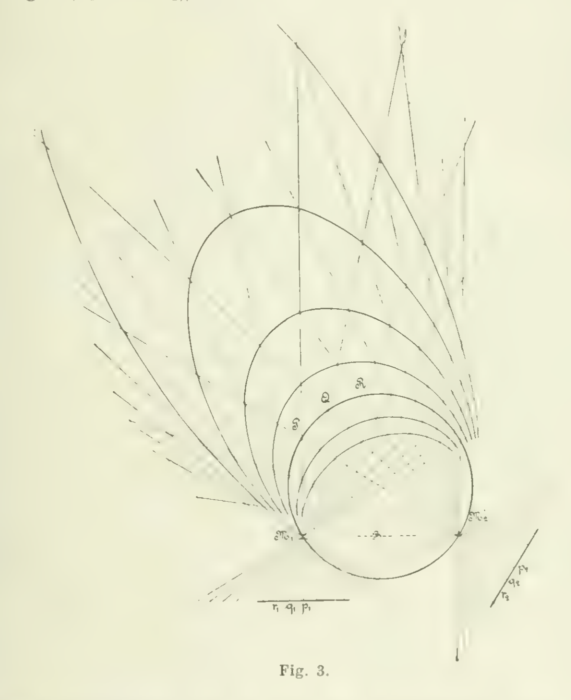


Fig. 3.

und Gestalt verschieden sind, je nach den Bedingungen, unter denen die Aufnahme stattfand.

Bei allen diesen Flächen und Kurven ist die Vorstellung der Ebene gleicher scheinbarer Entfernung senkrecht zur Blickrichtung nicht mehr im Einklang mit der Wirklichkeit. Das, was in Fig. 2 bei Betrachtung der Platten $P_1$ und $P_2^*$ unter dem Stereo-Komparator als eine Ebene gleicher scheinbarer Entfernung senkrecht zur Blickrichtung erscheint, ist keine Ebene mehr, sondern der parabolische Zylinder $Q^* S^* R$ und ebenso verhält es sich mit dem Ellipsenstück $PQR$ in Fig. 3. Aus diesem Grunde, vor allem aber wegen der außerordentlichen Einfachheit der Konstruktion der Lage

und der Höhe eines Punktes aus den im Stereo-Komparator erhaltenen Daten, die den Normalfall auszeichnet, habe ich die Stereophotogrammetrie von Anfang an unter die Bedingung gestellt, daß die Platten bei der Aufnahme in einer Ebene liegen sollen.

Daß die Stereophotogrammetrie trotz dieser Einschränkung ihrer Anwendung sich viele Freunde erworben hat, ist ein Beweis für ihre Lebenskraft und in der Tat vergrößert sich der Kreis ihrer Anhänger von Jahr zu Jahr.

Aber schon im Jahre 1905 hat Herr von Hübl in Wien darauf aufmerksam gemacht, daß es im Hochgebirge oft außerordentlich schwer halte, passend gelegene Standlinien zu finden, und daß, wenn die Stereophotogrammetrie eine allgemeine Anwendung finden solle, die Einschränkung durch unsere obige Bedingung fortfallen müsse. Es müsse möglich gemacht werden, selbst auf Kosten einer vermehrten Hausarbeit, auch solche Bilder für die Plankonstruktion zu verwenden, die nicht in einer Ebene liegen. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, hat dann Herr von Hübl[1]) zusammen mit Herrn K. Fuchs in Preßburg die Kurven gleicher Parallaxe für beliebig gerichtete horizontale Achsen von neuem untersucht und ein Verfahren angegeben, wie man solche Aufnahmen zur Konstruktion des Planes benutzen kann. Er hebt hierbei ausdrücklich hervor, daß man bei diesem Vorgange die bequeme und einfache Konstruktion, welche das normale Plattenpaar auszeichnet, entbehren müsse, daß aber auch die komplizierte Stereophotogrammetrie der Meßtischphotogrammetrie immer noch überlegen sei.

Eine allgemeine Anwendung hat die so erweiterte Stereophotogrammetrie bisher nicht gefunden. Im Militärgeographischen Institut in Wien wird sie zurzeit so gehandhabt, daß jedesmal von einer Standlinie aus neben dem normalen Plattenpaar noch 2 Stereoaufnahmen mit horizontalen und unter sich genau parallelen, aber um 30° nach rechts und links verschwenkten Achsen gemacht werden. Auf Aufnahmen mit beliebig zueinander gerichteten horizontalen Achsen verzichtet wegen der erheblich größeren Schwierigkeiten in der Herstellung des Planes das Militärgeographische Institut.

Vor kurzem ist es mir infolge der wiederholten Beschäftigung mit den Kurven gleicher Parallaxe gelungen, für gleichmäßig nach links oder nach rechts verschwenkte horizontale Achsen ein Auftragverfahren auszuarbeiten, das sich an das früher von mir für den Normalfall angegebene Verfahren[2]) eng anschließt, die gleichen Hilfsmittel benutzt und sehr nahe von der gleichen Einfachheit und Übersichtlichkeit der Konstruktion ist wie bei dem Normalfall. Dieses Verfahren, über das ich in nächster Zeit berichten werde, wird sicher viel dazu beitragen, die bisher ziemlich allgemein verbreitete Abneigung gegen die Aufnahmen mit verschwenkten Achsen zu beseitigen

[1]) v. Hübl, „Beiträge zur Stereophotogrammetrie", Mitteil. d. k. u. k. Militärgeogr. Institutes in Wien 24. 1905.

[2]) C. Pulfrich, „Über den Gebrauch der von mir angegebenen Hilfsmittel für die Kartierung bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen" Archiv für Photogrammetrie. Bd. II. 1910. S. 75—79.

In letzter Zeit sind von anderer Seite kurze Mitteilungen in die Öffentlichkeit gelangt, daß es mir gelungen sei, den von Orelschen Apparat für das automatische Auftragen von Niveaukurven, den sogenannten Stereoautographen[1]), so einzurichten, daß man mit ihm jetzt nicht mehr an den Normalfall der Stereophotogrammetrie gebunden sei. Ich komme demnächst ausführlich auch auf diese Dinge zurück und beschränke mich hier auf die Bemerkung, daß auf Grund der getroffenen Einrichtungen am Stereoautographen jetzt in der Tat das automatische Aufzeichnen der Höhenkurven bei einem Plattenpaare mit beliebig zur Standlinie und zueinander gerichteten horizontalen Achsen ebenso einfach geworden ist, wie es bisher nur für den Normalfall möglich war.

Auch der inzwischen von mir konstruierte Stereo-Kartograph, ein mit dem Stereo-Komparator verbundener neuer Auftragapparat, mit dem man die im Stereo-Komparator eingestellten Punkte ohne Ablesung der Maßstäbe auf den Plan überliegen kann und über den ich ebenfalls demnächst berichten werde, ist für Aufnahmen mit beliebig gerichteten horizontalen Achsen eingerichtet.

In allen diesen Fällen müssen wir uns fragen nach der Form und der Lage der Kurven gleicher Parallaxe, und ich möchte daher im folgenden eine einfache Einrichtung beschreiben, die für einige wenige Mark von der Firma Carl Zeiß bezogen werden kann und die in hohem Maße geeignet erscheint, den Verlauf der Kurven und deren Veränderung mit der Veränderung der Aufnahmebedingungen ad oculos zu demonstrieren.

Eine solche Einrichtung kann man sich leicht selbst machen in der Weise, daß man die in Fig. 3 für einen speziellen Fall — Achsen konvergent — gezeichneten Strahlensysteme auf zwei getrennte Blätter zeichnet, das eine davon auf Pauspapier. Legt man dann die beiden Strahlensysteme so aufeinander, daß jeder der beiden Achsenstrahlen die gleiche Richtung erhält, die die optische Achse des photographischen Objektivs bei der Aufnahme gehabt hat, und macht man ferner den Abstand der Zentren voneinander gleich der Standlinie, so braucht man nur wie in Fig. 3 die zusammengehörigen Schnittpunkte durch eine Bleistiftlinie miteinander zu verbinden, und man erhält dann sofort die für den betreffenden Fall giltigen Kurven gleicher Parallaxe. Selbstverständlich verlangt das Verfahren äußerst sauber gezeichnete Strahlensysteme, da die geringste Abweichung in den äqui-

[1]) Brückner Ed., „Oberleutnant Ed. Ritter von Orels Stereoautograph als Mittel zur automatischen Herstellung von Schichtplänen und Karten". Mitteil. d. k. k Geographischen Gesellschaft in Wien Heft 4. 1911.

v. Mühlkampf, Alois Prochaska, Edler, „Oberleutnant von Orels Stereoautograph". Mitteil. über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens. Heft 5. Wien 1911.

v. Orel, Ed., „Der Stereoautograph als Mittel zur automatischen Verwertung der Komparatordaten". Mitteil. d. k. u. k. Militärgeographischen Instituts Wien. 30 1911.

v. Steeb, Christian, Frhr., „Der Stereoautograph und die Kartographie". Petermanns Mitteil. 57. Heft 8. S. 92 94 1911.

Doležal, E., „Der Stereoautograph des k. u. k Hauptmanns Eduard Ritter von Orel" Internat Archiv für Photogrammetrie. Bd. III. S. 38 52 1912

distanten Abständen der Fußpunkte voneinander sich durch eine Unregelmäßigkeit in dem Verlauf der Kurven gleicher Parallaxe bemerkbar macht.

Wenn man von einem solchen Strahlensysteme zwei photographische Verkleinerungen herstellt und die erhaltene Negative mit ihrer Schichtseite aufeinanderlegt, so bleiben von jetzt durchsichtigen Linien auf undurchsichtigem Grunde nur die Schnittpunkte als helleuchtende Punkte sichtbar. Man überblickt mit einem Schlage sämtliche Kurven und kann sie ohne weiteres in einem Projektionsapparate vorführen[1]).

Für die Konstruktion des Planes kann man mit den vorstehend beschriebenen Strahlensystemen nicht viel anfangen. Denn für eine genaue Ortsbestimmung der Kurven gleicher Parallaxe reichen diese Hilfsmittel nicht aus. Bei Benutzung der oben erwähnten neuen Auftragapparate für beliebig zueinander gerichtete Achsen liegt die Sache schon anders, denn man kann mit diesen Apparaten auch die Kurven gleicher Parallaxen und mit der für die Plankonstruktion erforderlichen Genauigkeit zeichnen. Aber wir brauchen bei diesen Apparaten die Kurven gleicher Parallaxe nicht mehr; wohl aber ist es für den Beobachter wichtig, wenn er an jeder Stelle des Planes weiß, wie die Objektfläche beschaffen ist, die er im Stereo-Komparator als eine Ebene gleicher scheinbarer Entfernung senkrecht zur Blickrichtung vor sich sieht.

Hierfür ist die beschriebene Einrichtung in hohem Maße geeignet und mehr als ausreichend. Um einer Verwirrung der Vorstellungen in bezug auf die Tiefenfolge der angeschauten Objekte und der mit dem gemessenen Punkt in die gleiche scheinbare Entfernung gebrachten wandernden Marke vorzubeugen, hat der Beobachter sich immer nur vorzustellen, als schaue er jedesmal in der Richtung des Krümmungsradius direkt auf die im Objektraume gelegene Fläche gleicher Parallaxe.

Die beiden Strahlensysteme sind auch noch in anderer Hinsicht für die Zwecke der Stereophotogrammetrie von Bedeutung, denn es lassen sich an ihnen ohne weiteres die Fehlergesetze demonstrieren. Wir beschränken uns hier der Einfachheit halber auf den Normalfall, richten also die beiden Achsen einander genau parallel und senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Zentren. Man sieht dann die übereinandergreifenden Teile der beiden Strahlensysteme durchzogen von geraden Punktreihen, deren Abstand voneinander entsprechend dem bekannten Fehlergesetz der stereoskopischen Messung wächst mit dem Quadrat der Entfernung von der Standlinie. Da die aufeinanderfolgenden Punktreihen immer den gleichen Parallaxenunterschied besitzen, so kommt hier das Fehlergesetz unmittelbar zum Ausdruck.

Ebenso können wir die Standlinie unter Beibehaltung der Grund-

[1]) Das hier beschriebene Verfahren läßt sich natürlich auch auf jede andere Art von Strichzeichnungen anwenden und erscheint daher besonders beachtenswert für den mathematischen Unterricht. Z. B.: man zeichnet eine größere Anzahl von konzentrischen Kreisen mit dem gleichen Unterschied der aufeinanderfolgenden Radien und überzieht ein anderes Blatt mit einer Reihe von parallelen Geraden, deren Abstand voneinander gleich ist dem Unterschied der Radien. Die photographischen Negative aufeinandergelegt, ergeben dann sofort eine Schar von Parabeln und damit zugleich eine sehr schöne Illustration zu der bekannten Parabelkonstruktion.

bedingung für den Normalfall der Stereophotogrammetrie vergrößern oder verkleinern und nachweisen, daß die Punktreihe einer bestimmten Parallaxe genau proportional der Basisänderung von der Standlinie fortrückt oder sich ihr nähert und daß in dem gleichen Maße für einen und denselben Abstand eines Punktes von der Standlinie der Abstand der aufeinanderfolgenden Punktreihen sich vermindert oder vergrößert.

Um die Übergänge in der Form und der Lage einer Punktreihe bequem studieren zu können, bringt man die beiden Platten zweckmäßig in eine Fassung und sieht für die eine Platte eine Feindrehung um das Strahlenzentrum und für die andere Platte eine geradlinige Feinbewegung nach zwei Richtungen, die eine senkrecht und die andere parallel zu der optischen Achse, vor. Diese Bewegungen reichen aus, um alle vorkommenden Fälle bei der Aufnahme zu rekonstruieren[1]).

Geht man insonderheit von der Normalstellung der beiden Achsen zur Standlinie (geradlinige Punktreihe) aus, so ist klar, daß man durch Verschiebung der zweiten Platte in der Richtung der Achse die beiden Achsen gleichmäßig nach links oder rechts zur Standlinie verschwenken kann; ebenso kann man durch Drehen der ersten Platte die Achsen konvergieren oder divergieren lassen, und man sieht bei allen diesen Bewegungen sofort, daß jedesmal die geradlinigen Punktreihen senkrecht zur Achse immer nur in einer bestimmten Lage der beiden Platten zueinander als eine Übergangsform aus gekrümmten und anders gerichteten Punktreihen auftreten.

Noch ein par Worte über den Einfluß kleiner Abweichungen von dem Normalfall. Herr von Hübl hatte schon früher darauf aufmerksam gemacht (l. c. S. 31), daß die gleichmäßige Verschwenkung der beiden unter sich parallelen Achsen um eine Minute nach links oder nach rechts viel weniger gefährlich für die Stereophotogrammetrie sei, als eine ebensogroße Richtungsänderung in der Lage der beiden Achsen zueinander. Der Grund hierfür ist an dem Verhalten der Punktreihen sofort ersichtlich.

Denn jede gleichmäßige Verschwenkung der beiden Achsen nach rechts oder links ruft nur eine Drehung der Punktreihe um einen festen Punkt — den Schnittpunkt der Punktreihe mit der in ihrer Richtung verschobenen Achse — hervor (siehe auch Fig. 2), während bei Änderung der Neigung der beiden Achsen zueinander die Punktreihen ihren Abstand von der Standlinie ändern. Läßt man die Achsen konvergieren, so rücken die Punktreihen auf die Standlinie zu, läßt man sie divergieren, so wandern sie von der Standlinie fort.

Auch die Form der Kurven ist in beiden Fällen eine andere. In der Konvergenzstellung der Achsen ist die konkave Seite, in der Divergenzstellung die konvexe Seite der Kurven der Standlinie zugewandt, während

[1]) Wer im Besitz eines mit einem monokularen Vergleichs-Mikroskop ausgerüsteten Stereo-Komparators ist (vgl. Zeitschr. f. Instrumentenk., 24, S. 161, 1904), kann die oben angedeuteten Versuche auch in der Weise machen, daß er links und rechts auf den Stereo-Komparator je ein Strahlensystem legt und im Mikroskop das Zusammenwirken der beiden Strahlensysteme beobachtet. Die Versuchsanordnung hat den besonderen Vorzug, daß man für jeden einzelnen Schnittpunkt sofort die rechtwinkeligen Koordinaten am Stereo-Komparator ablesen kann. Ich behalte mir vor, auf diese Dinge bei nächster Gelegenheit zurückzukommen.

bei gleichmäßiger Verschwenkung der Achsen nach links oder rechts immer die konkave Seite der Parabel, deren Scheitel links oder rechts vom Beobachter gelegen ist, der Standlinie zugewandt ist.

Gerade diese Versuche machen es in hohem Maße begreiflich, weshalb bisher auf die genaueste Einhaltung der Bedingung, daß die Platten bei der Aufnahme in einer Ebene liegen, ein so großer Wert gelegt werden mußte, und weshalb die Benutzung von minderwertigen Phototheodoliten in der Stereophotogrammetrie immer nur zu einem Mißerfolg geführt hat und führen wird.

---

## Spiegelphotographien und ihre Auswertung zu Messungszwecken.

### Eine photogrammetrische Studie.

Von Prof. Ing. Karl Zaar in Brünn.

Jedes photographische Bild, das mit Hilfe eines winkeltreu zeichnenden Objektivs hergestellt wurde, ist als eine zentrale Projektion des Aufnahmsobjektes anzusehen. Hierbei ist der 1. (2.) Knotenpunkt des photographischen Objektivs als das Projektionszentrum und eine vor (hinter) demselben in einem Abstande gleich der Bildweite — welche der Aufnahme zugrunde gelegen war — aufgestellte Ebene als Projektionsebene aufzufassen. Das in ihr entstanden gedachte perspektivische Bild des Gegenstandes deckt sich mit jenem Erzeugnis der Lichtbildkunst, das man als Positiv (Negativ) bezeichnet. Zur Rückkonstruktion eines Raumobjektes aus seinen Photographien sind im allgemeinen mindestens zwei von verschiedenen Standpunkten hergestellte, entsprechend adjustierte und orientierte photographische Aufnahmen notwendig. Die Photogrammetrie, sowie die Stereophotogrammetrie haben das letztgenannte Problem zum Gegenstand. Nur in besonderen Fällen genügen die von einem Standpunkt hergestellten, photogrammetrisch adjustierten Bilder zur Rekonstruktion des reproduzierten Originales. Hierher gehören beispielsweise jene Aufnahmen, bei welchen das Aufnahmsobjekt eben ist, wie etwa die Festlegung der Uferlinien eines Sees, jene der Begrenzungslinien von langsam fließenden Gewässern usf. Ein einschlägiges, ebenso interessantes wie typisches Beispiel ist weiters die Ortsbestimmung einer Wolke mit Hilfe ihres Seespiegelbildes[1].

Die folgenden Erörterungen sollen gleichfalls einen kleinen Beitrag zu dem Kapitel der photogrammetrischen Aufnahmen von einem Standpunkt aus bieten. Auch hier wird die Erscheinung der Spiegelung zur Lösung

[1] Dolezal E., Photogrammetrische Lösung des Wolkenproblems aus einem Standpunkt bei Verwenduug der Reflexe Sitzungsbericht der kaiserl Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathem.-naturw. Klasse Bd. CXI, Abt. IIa, Mai 1902. An dieser Stelle wäre auch die von Dr H. Loschner angegebene Wolkenhöhenermittlung aus nur einem Standpunkt, jedoch mit Benutzung des Wolkenschattens anzuführen Österr Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst XVIII Heft 12. pag. 205 ff

dieses Problems herangezogen[1]). Die Untersuchungen befassen sich zunächst mit den Beziehungen, welche zwischen einem Raumobjekt, dessen Spiegelbild und den photographischen Reproduktionen beider bestehen und weisen den Weg zur praktischen Verwertung von derartigen Spiegelphotographien zu Messungszwecken. Mit Rücksicht darauf, daß dieselben in der Folge stets als unter Benutzung vertikaler Planspiegel gewonnen gedacht sind, ergibt sich ein Anwendungsgebiet, das von jenem der Photogrammetrie im gebräuchlichen Sinne im allgemeinen abweicht und meist auf Zimmeraufnahmen beschränkt bleibt.

Befindet sich ein Gegenstand vor einem ebenen Spiegel, so kommt sein Spiegelbild nach dem Spiegelgesetz zustande. Darnach ist jeder Punkt des Bildes dieses Gegenstandes auf dem zum Spiegel senkrechten Strahl hinter dem Spiegel ebensoweit von der Spiegelfläche entfernt, als der bezügliche Punkt des Gegenstandes vor dem Spiegel. Wollte man den Gegenstand sowie sein Spiegelbild photographisch festhalten, so kann man beide durch eine Aufnahme fixieren, insoferne sie innerhalb des Bildwinkelbereiches liegen. Liegen sie weiter auseinander, so müßte man zuerst den Gegenstand und dann nach einer Drehung des Apparates um einen entsprechenden Winkel sein Spiegelbild aufnehmen. Es soll der letztere Vorgang als das allgemeinere zunächst untersucht werden.

## I. Getrennte Aufnahme eines Objektes und seines Spiegelbildes.

In der Grundrißfigur 1 (Tafel I) sei $C$ der erste Knotenpunkt des Objektivs, $T_1$ die Trasse der Ebene des Positivs, welche hier und bei den weiteren Untersuchungen stets vertikal angenommen wird, $b_1$ der Bildabstand, $\Omega_1$ der Hauptpunkt, als der Schnitt der Vertikal- und Horizontallinie des Photogrammes, $S$ die Spur der vertikalen Spiegelfläche. $P'$ der Grundriß, $P'_s$ jener des Spiegelbildes eines aufzunehmenden Raumpunktes $P$. Als Vergleichsebene wird stets die durch den Mittelpunkt des Objektivs gelegte Horizontalebene verstanden. Fig. $2a$ gibt das Bild der zunächst von $P$ gemachten Aufnahme wieder. Durch die Koordinaten $x$ und $y$ seines Bildes $p$ sind Horizontal- und Vertikalwinkel seines Raumstrahles $C\,P$ gegeben. Dreht man nun den Apparat um den Horizontalwinkel $\alpha$ (mit $C$ als Drehungsmittelpunkt), so daß sich jetzt das Spiegelbild $P_s$ auf der Platte $T_2$ in $p_s$ abbildet, wobei — da das Aufnahmsobjekt weiter liegt — eine kleinere Bildweite $b_2$ resultiert, so kommt das Bild $2b$ zustande, aus welchem wieder Vertikal- und Horizontalwinkel des von $C$ und $P_s$ führenden Raumstrahles ermittelt werden können. Dabei stellt $p_s$ die Photographie eines virtuellen Punktes $P_s$ vor. Ist die Bildebene mit der Trasse $T_2$ gegenüber der Ebene des Spiegels durch den von $C$ gemessenen Normalabstand $\frac{L}{2}$ desselben oder den in der optischen Achse gemessenen Abstand $e$, ferner durch den Winkel $\beta$ dieser Achse mit $S$ orien-

[1]) Finsterwalder S., Die geometrischen Grundlagen der Photogrammetrie. Jahresbericht der Deutschen Mathematikervereinigung Bd. VI 2 (1897). S. 19 ff. sowie

**Finsterwalder S.**, Photogrammetrie, enthalten in Enzyklopädie der mathem. Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen. Bd. VI 1, Heft 1 (1906). S. 113

tiert, so läßt sich nach bestimmten photogrammetrischen Sätzen[1]) Grund- und Aufriß des Punktes $P$ aus den Photogrammen ableiten, indem man nur zu berücksichtigen hat, daß der Raumpunkt $P$ im Schnitte des Strahles $Cp$ und des an der Spiegelfläche $S$ nach dem Gesetz der Reflexion (Reflexionswinkel = Einfallswinkel) zurückgeworfenen Strahles $Cp_2$ gelegen ist. Aus Fig. 1 ist jedoch zu entnehmen, daß ein gegenüber Fig. 2 $b$ bezüglich $V$-$V$ seitenverkehrtes Bild mit den gleichen Abmessungen (Fig. 2 $c$) dann zustande käme, wenn der reelle Punkt $P$ von $C_0$ aufgenommen worden wäre, ein ideeller Standpunkt, der in der Normalen von $C$ auf den Spiegel, in einer Entfernung gleich dem doppelten Abstand von demselben gelegen ist, wobei die Ebene $T_0$ für diesen neuen Standpunkt natürlich so orientiert zu denken ist, daß sie gegenüber $S$ als Spiegelbild der früheren Ebene $T_2$ erscheint. Hieraus geht hervor, daß der Raumpunkt $P$ bei hinweg gedachtem Spiegel $S$ unter Annahme eines fiktiven Standpunktes $C_0$ bei geradlinig angenommenen Visierstrahlen photogrammetrisch auch in der Weise festgehalten werden könnte, daß man als Photogramme die beiden Aufnahmen Fig. 2 $a$ und Fig. 2 $b$ verwertet, aus letzterer jedoch sämtliche $x$-Ordinaten bezüglich $V-V$ spiegelverkehrt berücksichtigt. Die rechnerische und zeichnerische Lösung der Festlegung des Raumpunktes ist also nach dieser Auffassung auf jene von zwei Standpunkten einer Grundlinie, welch letztere $C C_0$ gleich dem doppelten Abstand des ersten Knotenpunktes von der Spiegelebene ist, zurückgeführt, wobei die Orientierungswinkel der Bilddistanzen $b_1$ und $b_0 = b_2$ gegenüber der Grundlinie $(90 - \beta - \alpha)$, beziehungsweise $(90 - \beta)$ betragen. Da der Standpunkt in Wirklichkeit aber nicht gewechselt wird, so beträgt der Höhenunterschied der Punkte $C$ und $C_0$ natürlich Null.

*a)* Rechnerische Lösung. Es sind gegeben die Bildweiten $b_1$ und $b_2$, der Winkel $\beta$ der Vertikalebene $V$-$V$ von $T_2$ mit der Spiegelebene $S$ und endlich die auf den Bildebenen (Fig. 2 $a$ und Fig. 2 $b$) ausgemessenen Bildkoordinaten $x$, $y$ und $x_2$, $y_2$ ($x_0 = -x_2$, $y_0 = y_2$, wenn der gedachte Standpunkt $C_0$ eingeführt wird); dann ergibt sich

$$tg\,\varepsilon = \frac{x}{b_1}\,;\; tg\,\zeta = \frac{y}{\sqrt{x^2 + b_1^2}} = \frac{y \cos \varepsilon}{b_1} = \frac{y \sin \varepsilon}{x}$$

$$tg\,\varepsilon_2 = \frac{x_2}{b_2}\,;\; tg\,\zeta_2 = \frac{y_2}{\sqrt{x_2^2 + b_2^2}} = \frac{y_2 \cos \varepsilon_2}{b_2} = \frac{y_2 \sin \varepsilon_2}{x_2}$$

Der Einfallswinkel $\varrho = \beta - \varepsilon_2$; $L = 2e \sin \beta$; $h = D\,tg\,\zeta = D_2\,tg\,\zeta_2$

Aus △ $C C_0 P'$ ergibt sich nach dem Sinussatz:

$$D = \frac{L \sin [(90 - \beta) - \varepsilon_2]}{\sin [(2\beta - \alpha) - (\varepsilon + \varepsilon_2)]}$$

$$D_2 = \frac{L \sin [(90 - \beta + \alpha) - \varepsilon]}{\sin [(2\beta - \alpha) - (\varepsilon + \varepsilon_2)]}$$

[1]) Steiner F., Die Photographie im Dienste des Ingenieurs. Wien 1893.
Doležal E., Die Anwendung der Photographie in der praktischen Meßkunst. Halle a. S. 1896.

oder durch Division der beiden letzten Gleichungen:

$$D_s = \frac{D \sin[(90 - \beta + \alpha) - \varepsilon]}{\sin[(90 - \beta) + \varepsilon_s]}.$$

*b)* Graphische Lösung. Dieselbe kann entweder mit Verwendung des Spiegels bei Verwertung des Gesetzes der Reflexion oder wie früher gezeigt wurde, mit Hinweglassung des Spiegels unter Annahme eines ideellen Standpunktes $C_0$ bei gedachten geradlinigen Visierstrahlen vor sich gehen. Das Konstruktionsgerippe besteht, wenn der erste Weg eingeschlagen wird, aus den unter $\sphericalangle \alpha$ orientierten und im natürlichen Maßstab zu haltenden Bildweiten $b_1$ und $b_2$, welche in ihren Enden $T_1$ und $T_2$, die Trassen der Bildebenen tragen, sowie aus der Spur der Spiegelebene $S$, deren Lage gegenüber $C$ durch den $\sphericalangle \beta$ sowie die Entfernung $\frac{L}{2}$, beziehungsweise $e$ fixiert ist. $\frac{L}{2}$, beziehungsweise $e$ werden in derselben Verjüngung aufgetragen, welche dem Gesamtplan zugrunde gelegt werden soll. Die Koordinaten der Abbildungen sämtlicher Punkte des Objektes und seines Spiegelbildes werden hierbei aus den Photogrammen unter Beibehaltung ihres Richtungssinnes im Bildmaßstab entnommen. Nach dem zweiten Vorgang besteht das Gerippe aus der Länge $L$ der gedachten Basis $C\,C_0$, an welche in den Endpunkten die unter $\sphericalangle (90 - \beta + \alpha)$, beziehungsweise $\sphericalangle (90 - \beta)$ orientierten Bildweiten $b_1$ beziehungsweise $b_0 = b_2$ sowie die hierzu normalen Bildtrassen $T_1$ und $T_0$ anzutragen sind. Bezüglich des Maßstabes gilt das gleiche wie früher, nur müssen hier die $x$-Ordinaten des Spiegelbildes gegenüber dem Photogramm von $\Omega_0$ aus richtungsverkehrt aufgetragen werden.

Der für den Fall I einzuschlagende Weg dürfte nach den vorstehenden Ausführungen ausreichend angedeutet sein; von einer weiteren Detaillierung wird abgesehen. Weitaus interessanter und einer praktischen Verwertung zugänglicher erscheint der nächste Fall.

## II. Gleichzeitige Aufnahme eines Raumobjektes und seines Spiegelbildes.

Dieser Aufnahmsvorgang ergibt sich als eine Spezialisierung des Falles I, indem $\sphericalangle \alpha = \emptyset$ wird. Folgerichtig sollte der Aufnahme eine Anordnung zugrunde liegen, wie sie in der Grundrißfigur 3 (Tafel I) schematisch dargestellt ist, d. h. es müßte eine Teilung der Mattscheibe, beziehungsweise der sie ersetzenden lichtempfindlichen Platte erfolgen, so daß das Bild des Objektes auf einer Hälfte — die Ebene mit der Trasse $T_1$ —, jenes des Spiegelbildes auf der zweiten Hälfte — $T_2$ als Spur dieser Ebene — aufgefangen wird. Wegen der verschiedenen Objektsentfernungen (Punkt und sein Spiegelbild) resultieren die bezüglichen Bildweiten $b_1$ und $b_2$, deren Differenz $a$ ist. Da es jedoch bei Einhaltung gewisser Maßnahmen (insbesondere Abblendung der Öffnung des Objektivs) möglich ist, die Photographien eines Objektes und seines Spiegelbildes auf einer Platte mit einer meist ausreichenden Schärfe zu erhalten, so werden in der Folge die Bildebene $T_1$ und $T_2$ zusammenfallend angenommen. Ihre Lage $T$ mit der Bild-

weite $b$ ergibt sich zweckmäßig durch Scharfeinstellung von in der Spiegelebene zwischen Objekt und Spiegelbild situierten Gebilden[1]). Die bei Annahme der letztgenannten Vereinfachung zutage tretenden Ergebnisse sind in der Fig. 4 (Tafel II) dargestellt und ohne weiteres verständlich, da letztere eine Wiederholung der Fig. 1 bildet, wenn man bei dieser annimmt, daß die Ebene $T_1$ (oder $T_2$) so dimensioniert ist, daß mit ihr sowohl der zu $P$ als auch zu $P_s$ führende Strahl zum Schnitte gelangt. Unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen erhält man somit ohne weiteres:

*a)* Rechnerische Lösung.

$$tg\ \varepsilon = \frac{x}{b};\ tg\ \zeta = \frac{y}{\sqrt{x^2 - b^2}} = \frac{y \cos \varepsilon}{b} = \frac{y \sin \varepsilon}{x}$$

$$tg\ \varepsilon_s = \frac{x_s}{b};\ tg\ \zeta_s = \frac{y_s}{\sqrt{x_s^2 - b^2}} = \frac{y_s \cos \varepsilon_s}{b} = \frac{y_s \sin \varepsilon_s}{x_s}$$

Der Einfallswinkel $\varrho = \beta - \varepsilon_s$; $L = 2c \sin \beta$; $h = D\ tg\ \zeta = D_s\ tg\ \zeta_s$.

Aus dem $\Delta\ C\ C_o\ P'$ ergibt sich wie früher:

$$D = \frac{L \sin [(90 - \beta) - \varepsilon_s]}{\sin (2\beta - \varepsilon - \varepsilon_s)}$$

$$D_s = \frac{L \sin [(90 - \beta) - \varepsilon]}{\sin (2\beta - \varepsilon - \varepsilon_s)}$$

$$D_s = D \frac{\sin [(90 - \beta) - \varepsilon]}{\sin [(90 - \beta) - \varepsilon_s]}.$$

*b)* Graphische Lösung. Dieselbe nimmt bei sinngemäßer Übertragung auf die vorliegenden Verhältnisse den gleichen Verlauf wie bei Fall I. Da an weiterer Stelle ein konkretes Beispiel zur Durchführung gelangt, so sei auf jene Stelle verwiesen.

Die rechnerische und graphische Lösung setzen die Kenntnis von $b$, ∢ $\beta$, $L$, beziehungsweise $c$ voraus. Bestehen schon bei der Bestimmung des ∢ $\beta$ Schwierigkeiten, so steigern sich dieselben für die Angabe von $b$ und $L$, beziehungsweise $c$, da letztere vom ersten Knotenpunkt des Objektivs zu zählen sind, der als gedachter Punkt nicht zugänglich ist; soll also das angegebene Verfahren praktisch bequem verwertbar sein, so müssen sich die genannten Größen mit ausreichender Genauigkeit auf möglichst einfache Weise bestimmen lassen. Hierzu mögen folgende Überlegungen führen (siehe auch Fig. 5, Tafel II): Jeder Punkt und sein Spiegelbild sind nach dem Spiegelgesetze auf einer Normalen zur Spiegelebene gelegen zu denken. Alle identischen Punkte (worunter ein Raumpunkt und sein Spiegelbild verstanden sind) im Raum verbunden, geben also eine Schar paralleler, zur Spiegelebene normaler

[1]) Stehen die Bildebenen $T_1$ und $T_2$ (beziehungsweise die dieselben ersetzende Ebene $T$) normal zur Spiegelebene, so liegt eine Aufnahmsanordnung vor, die eine gewisse Analogie zur Stereophotogrammetrie erkennen läßt. Auf die Eigentümlichkeit dieses Sonderfalles hat bereits Dr. **Pulfrich** hingewiesen und die Möglichkeit ausgesprochen, derartig gewonnene Bilder stereophotogrammetrisch mit Hilfe des Stereokomparators auszumessen (Zeitschr. f. Instrumentenkunde XXV., S. 95, 1905).

Geraden. Da jede Photographie aber ein perspektivisches Bild darstellt, so müssen auf derselben diese parallelen Geraden, welche unter der Annahme vertikal gestellter Spiegel horizontal sind, ihren Verschwindungspunkt in der Horizontlinie haben, oder mit anderen Worten: alle auf der Photographie abgebildeten identischen Punkte liegen auf Geraden, welche gegen einen Punkt ($v_n$) der Horizontlinie konvergieren. Diese Eigenschaft erleichtert außerordentlich das Auffinden zugehöriger Punkte in der Photographie. Wird nun $v_n$ mit $C$ verbunden, so zeigt Fig. 4, daß diese Gerade mit der Bildtrasse $T$ den $\sphericalangle \beta$ einschließt, welcher sich sonach ergibt aus:

$$tg\,\beta = \frac{b}{\Omega\, v_n} = \frac{b}{q}.$$

Zur einfachen und raschen Ermittlung der Größe $b$ kann folgender Weg eingeschlagen werden: Alle in der Spiegelebene gelegenen wagrechten Geraden müssen in der Photographie einen gleichfalls in der Horizontallinie situierten Verschwindungspunkt $v_s$ besitzen. Dieser kann leicht im Schnitte des Bildes einer auf dem Spiegel gezeichneten Wagrechten ($w$) mit $H$-$H$ erhalten werden (Fig. 5). Da aber $v_n\, C\, v_s$ ein rechtwinkliges Dreieck bilden — denn die Spiegelwagrechten und Spiegelnormalen bilden eine Gesamtheit von Geraden, welche gegeneinander 90° einschließen — so ergibt sich $b$ bei Kenntnis von $v_n$, $v_s$ und $\Omega$ (welch letzterer Punkt — der Schnitt der Vertikal- und Horizontallinie — als bekannt vorausgesetzt wird, als mittlere geometrische Proportionale zwischen $\Omega v_n$ und $\Omega v_s$, sonach $b = \sqrt{q \cdot q_1}$.

Auch die von $C$ in der Verlängerung von $b$ gemessenen Spiegelentfernung $e$ oder ihr Normalabstand $C\;R = \frac{L}{2}$ können aus dem Photogramm herausgefunden werden: es sei in der Spiegelebene ein Vertikal gerichteter (Papier-)Maßstab angebracht. Seine Länge über $H$-$H$ betrage $M$, so wird sich derselbe in der Photographie als $\lambda$ abbilden (Fig. 5). Diese Strecke kann dem Bilde maßstäblich entnommen werden; die wahre Größe von $M$ ist, da die Teilung mitphotographiert wird, aus dem Negativ oder Positiv leicht zu entnehmen. Denkt man sich durch den oberen Begrenzungspunkt des in der Spiegelebene befindlichen Maßstabes eine Wagrechte gezogen, so muß diese in der Photographie nach dem Fluchtpunkt aller Spiegelwagrechten $v_s$ konvergieren. Alle zwischen $H$-$H$ und dieser nach $v_s$ zustrebenden Geraden gedachten, zu $V$-$V$ parallelen Strecken sind also die perspektivischen Bilder ein und derselben Länge $M$. Greift man von diesen jene heraus, welche in $\Omega$, beziehungsweise $v_n$ liegen, so ergibt sich aus den ähnlichen Dreiecken Fig. 6*a* und Fig. 6*b* (Tafel II):

$$M : e = m : b \qquad e = \frac{M\,b}{m}$$

$$M : \frac{L}{2} = n : C\,v_n;\quad C\,v_n = k,\; L = \frac{2\,M\,k}{n}$$

Zwischen den einzelnen Größen in Fig. 4, beziehungsweise Fig. 5 bestehen weiters noch die zu Kontrollzwecken verwendbaren Beziehungen.

$$e = \frac{L}{2 \sin \beta} = \frac{L k}{2 b} = \frac{L k_1}{2 q_1} = \frac{L (q - q_1)}{2 k_1}$$

oder hieraus

$$L = 2 e \sin \beta = \frac{2 b e}{k} = \frac{2 e q_1}{k_1} = \frac{2 e k_1}{q - q_1};$$

ferner

$$\sin \beta = \frac{b}{k} = \frac{q_1}{k_1} = \sqrt{\frac{m}{n}}; \qquad \frac{k}{k_1} = \sqrt{\frac{q}{q_1}}.$$

**Instrumente für Spiegelphotogrammetrie.** Da bei den in Rede stehenden Aufnahmen eine relativ kleine Objektsentfernung in Betracht kommt, von welcher die Bildweite in bekannter Weise abhängig ist, so muß die Kamera, welche eine genaue Vertikalstellung zulassen muß, einen beweglichen Auszug haben, wobei es wünschenswert erscheint, daß ein Maßstab mit Nonius eine direkte Ablesung der jeweiligen Bildweite zulasse. (Die Bildweite der gewöhnlichen photogrammetrischen Apparate ist wegen der großen Entfernung der aufzunehmenden Objekte in der Regel konstant und gleich der Brennweite des Objektivs; für ungewöhnlich kurze Distanzen ist meist eine, allerdings nur kleine Veränderung der Bildweite möglich.) Derartig ausgestattete Apparate genügen für jene Aufnahmen, bei welchen ein Objekt und sein Spiegelbild auf einer Platte zur Abbildung kommen. Soll zur Erzielung einer möglichst großen Schärfe derartiger Aufnahmen bei nur geringer Abblendung des Objektivs eine Anordnung nach Fig. 3 mit zueinander parallelen und in der Mitte geteilten Platten vorgenommen werden[1], so müssen der Mattscheibenteil sowie die Kassetten entsprechend modifiziert werden. Für Aufnahmen nach Fall I ist ein Horizontalkreis zur Bestimmung des Drehungswinkels $\alpha$ erforderlich, wobei die Drehungsachse zweckmäßig unter dem zweiten Knotenpunkt des Objektivs zu führen wäre. Ein besonderes Augenmerk muß dem Spiegel zugewendet werden; er muß für genaue Messungsarbeiten ein Metallspiegel oder ein auf der Vorderseite platinierter Glasspiegel (also Spiegel, welche frei von der bei gewöhnlichen Glasspiegeln auftretenden, mehrfachen Spiegelung sind) und weiters mit großer Schärfe vertikal adjustierbar sein. Für Arbeiten, an welche nicht zu strenge Anforderungen gestellt werden, reicht oft auch schon ein gewöhnlicher photographischer Apparat, sowie ein gewöhnlicher Glasspiegel aus, welches Instrumentarium durch eine Libelle und einen Senkel zu ergänzen wären. Das Objektiv muß in allen Fällen winkeltreu zeichnen (Anastigmat, Doppelanastigmat) und zwar werden kurzbrennweitige Objektive (Weitwinkelobjektive) vorzuziehen sein, deren Verwendung im Hinblick auf die in Betracht kommenden kleinen Objektentfernungen unbedenklich ist. Die bei ihnen auftretende sogenannte „übertriebene" Perspektive hat für die graphische Durchführung der einschlägigen Arbeit leicht erkennbare Vorteile (Ver-

[1]) Auch in diesem Fall können die für Aufnahmen auf einer Platte entwickelten Beziehungen zwischen Bild und Spiegelbild verwertet werden, da die Transformation des Bildes der einen Ebene in die zu ihr im Abstande $a$ parallele Ebene rechnerisch und graphisch keinen Schwierigkeiten unterliegt. Das gleiche gilt auch für Aufnahmen, welche nach der Anordnung I bewerkstelligt worden sind.

meidung schleifender Schnitte). Da weiters die Tiefenschärfe eines Objektivs um so größer ist, je kürzer seine Brennweite, so folgt, daß bei den vorgenannten Objektiven auch eine relativ geringere Abblendung erforderlich ist, um eine genügende Tiefenschärfe zu erreichen. Für Aufnahmen bewegter Objekte haben kurzbrennweitige Objektive gegenüber langbrennweitigen den Vorteil, daß sie wegen der langsameren scheinbaren Bewegung auf der Platte geringere Geschwindigkeiten des Momentverschlusses zulassen, was für die Beschaffenheit des herzustellenden Negativs von günstigem Einfluß ist.

Praktische Verwertung. Aus der vorangeführten Theorie ergibt sich auch die Art der Möglichkeit ihrer Verwendung. Die Aufnahmen werden wegen der Beschränkung der Spiegeldimensionen hauptsächlich auf ein kleines Aufnahmegebiet gebunden sein. Es wird sich also hier um eine Art Detailphotogrammetrie handeln, welche sich auf alle möglichen Dinge erstrecken kann. Objekte, welche aus irgendeinem Grund rasch gemessen werden sollen, insbesondere aber solche, welche überhaupt keine direkten Messungen zulassen usf., werden das bevorzugte Material dieser photogrammetrischen Arbeiten sein, ein Material, das ebenso den Zwecken der Wissenschaft, als auch jenen der Kunst dienen kann. Der Aufnahmsvorgang nach Fall II erscheint noch dadurch erwähnenswert, daß man nach dieser Anordnung in die Lage versetzt ist, auch Bewegungsvorgänge durch Momentaufnahmen meßbar zu fixieren. Eine gewisse Beschränkung tritt allerdings dann ein, wenn man die Aufnahme auf einer Platte macht, da man das Objektiv stark abblenden muß, um das räumlich auseinander liegende Original und sein Spiegelbild genügend scharf zu erhalten. (Der Schärfebezirk in der Tiefe für ein Objektiv gegebener Brennweite läßt sich bei Annahme des für den Zweck der betreffenden Messungsarbeit zulässigen Tiefenunschärfekreises für jedes Maß der Abblendung berechnen oder aus Tabellen entnehmen.) Es müßte also in diesem Fall für eine überaus kräftige Beleuchtung Vorsorge getroffen werden. Diese Maßnahme wird dann überflüssig, wenn es sich um Messungsversuche selbstleuchtender Objekte handelt [Explosions-, Funkenerscheinungen][1]. Besitzt der Apparat eine Mattscheiben- und Plattenteilung (nach Fig. 3), so sind Momentaufnahmen nach Maßgabe der herrschenden Lichtverhältnisse ohne besondere Vorkehrungen durchführbar.

Um die hier angegebene Theorie der Spiegelphotogrammetrie zu illustrieren, wurde die Aufnahme eines geraden Kreiszylinders unter Zugrundelegung der Aufnahmsanordnung II auf einer Platte vorgenommen. Es dürfte ausreichen, die Ermittlung von $h$, $\sphericalangle \beta$, $L$ und $c$ sowie des Grund- und Aufrisses einer auf dem Zylinder verzeichneten Erzeugenden I-II durchzuführen. (Es wurde hierbei ein gewöhnlicher photographischer Apparat mit

[1]) Um hier nur ein einschlägiges interessantes Anwendungsgebiet für die Verwertung der in Rede stehenden Messungsmethode anzuführen, sei auf das Studium des Verlaufes elektrischer Entladungserscheinungen bei hochgespannten Strömen (z. B. die Prüfung der Isolierfestigkeit von Porzellanisolatoren für hohe Betriebsspannungen) hingewiesen.

einem Zeiß-Objektiv „Tessar", $f = 18$ *cm*, Abblendung $\frac{f}{36}$, sowie ein gewöhnlicher Glasspiegel verwendet.)

Ermittlung von $b$, $\sphericalangle \beta$, $L$ und $e$ (Fig. 7, Tafel III). Durch den Schnitt der Verbindungslinie identischer Punkte mit $H$-$H$ wird zunächst $v_n$ erhalten. Der Schnitt der verlängerten, in der Spiegelebene gelegenen Geraden $w_1$ und $w_2$ mit der Horizontlinie liefert den Punkt $v_s$. Der Halbkreis über $v_n$ und $v_s$ mit dem Mittelpunkt $O$[1]) wird von der im Punkte $\Omega$ errichteten Normalen im Punkte $C$ geschnitten, welcher das Projektionszentrum (1. Knotenpunkt) ist.

$$C\Omega = b = \sqrt{q \cdot q_1} = \sqrt{202{\cdot}5 \cdot 179{\cdot}0} = 190{\cdot}4 \; mm$$

$$tg\,\beta = \frac{b}{q} = \frac{190{\cdot}4}{202{\cdot}5} = 0{\cdot}9402; \quad \sphericalangle \beta = 43^0\,14' \qquad , \sphericalangle (90 - \beta) = 46^0\,46'.$$

Der in der Spiegelebene gelegene Maßstab wird, wie das Negativ unter der Lupe scharf zeigt, in der Linie $H$-$H$ in $M = 644$ *mm* geschnitten. Der obere Begrenzungspunkt von $\lambda$ mit $v_s$ verbunden, schneidet wie dem Bilde entnommen werden kann, in den Normalen in $\Omega$ und $v_n$ die Strecken $m = 42$ *mm* und $n = 89{\cdot}5$ *mm* ab. Sonach erhält man:

$$e = \frac{M \cdot b}{m} = \frac{644 \cdot 190{\cdot}4}{42} = 2920 \; mm$$

$$L = \frac{2\,M k}{n} = \frac{2 \cdot 644 \cdot 227{\cdot}95}{89{\cdot}5} = 4000 \; mm.$$

Ermittlung der Lage und Länge der Zylindererzeugenden I-II (Fig. 8, Tafel IV). Zunächst wurde $L = 4000$ *mm* im verjüngten Maßstab gezeichnet und in den Endpunkten $C$ und $C_0$, $b$ in wahrer Größe also $= 190{\cdot}4$ *mm* unter einem Winkel von je $(90 - \beta) = 46^0\,46'$ mit $C\,C_0$ angetragen. In den Endpunkten der Bildweiten $\Omega$, beziehungsweise $\Omega_0$ und normal zu diesen ergeben sich die Bildtrassen $T$ und $T_0$. Trägt man von $\Omega$ in Übereinstimmung mit dem photographischen Bild die Abszisse $x$ nach links, die Abszisse $x_s$ bezüglich $V$-$V$ aber von $\Omega_0$ im entgegengesetzten Sinne, hier also auch nach links ab, so gibt der Schnitt der Geraden $C\,3$ und $C_0\,3$ schon den Grundriß III der Zylindererzeugenden. Legt man weiters unter Zuhilfenahme der Ordinaten $y$ und $y_1$ die Strahlen $C\,1$ und $C\,2$ um den Horizontalstrahl $C\,3$ um, errichtet in III eine Normale auf diesen, so wird letztere von den umgelegten Strahlen $C\,(1)$ und $C\,(2)$ in (I), beziehungsweise (II) geschnitten, deren Entfernung der Länge der Zylindererzeugenden gleichkommt und welche sich nach dem zugrunde gelegten Maßstab mit 580 *mm* ergibt. Die erhaltenen Daten zeigten trotz der primitiven Aufnahmsweise eine außerordentlich gute Übereinstimmung mit der Wirklichkeit.

Die rechnerische Lösung kann als ohne weiteres verständlich übergangen werden.

Schon aus der Illustrationsfigur geht hervor (beim Zylinder liegen die Verhältnisse besonders ungünstig), daß nur ein gewisser Bereich des Originales

[1]) $O$ ist gleichzeitig der Fluchtpunkt der Spiegelbilder aller zur Bildebene paralleler, horizontaler Geraden und für etwaige Konstruktionen vorteilhaft zu verwerten.

und seines Spiegelbildes gleichzeitig zur Abbildung gelangt. Oft wird es nötig sein mehrere Aufnahmen zu machen, um das ganze Original ausmessen zu können. Hierbei kann das auf eine (um eine vertikale Achse drehbare) horizontale Tischplatte gestellte Objekt von einer anderen Seite photographiert werden oder es können allenfalls mehrere Spiegelkombinationen (Spiegel beiderseits des Objektes; eine spiegelnde Grundplatte usf.) für eine Aufnahme Verwendung finden

Die letzte Tafel V zeigt noch zwei photogrammetrisch adjustierte Spiegelphotographien (Schmiedeeiserner Leuchter und eine antike Büste), welche zur weiteren Illustrierung der vorgebrachten Erörterungen dienen können.

## Beitrag zur Theorie des Normalfalles der Stereophotogrammetrie.

Von Ing. Erich Liebitzky in Prag.

Der Normalfall der Stereophotogrammetrie liegt dann vor, wenn die beiden photographischen Platten bei der Aufnahme in einer und derselben Ebene liegen. Werden speziell — wie es in der Praxis am häufigsten vorkommt — vertikale Bildebenen, also horizontale Kameraachsen vorausgesetzt, so folgt die nebenstehende Fig. 1. Es bedeuten hierin:

$S_1$ und $S_2$ die beiden Aufnahmsstationen,

$O_1$ und $O_2$ die optischen Zentren der beiden Aufnahmen,

$P_1$ und $P_2$ die beiden in einer Vertikalebene liegenden Bildebenen,

$f$ die Äquivalentbrennweite des verwendeten Kameraobjektivs,

$B$ die auf den Horizont reduzierte Distanz der beiden optischen Mittelpunkte,

$H$ den Höhenunterschied derselben,

$\varphi$ den Neigungswinkel von $O_1\, O_2$ gegen den Horizont.

Der abzubildende Raum werde auf ein räumliches, rechtwinkliges Koordinatensystem bezogen, dessen Ursprung mit $O_1$, dessen $X$-Achse mit der $B$-Richtung, dessen $Y$-Achse mit der Standpunktsvertikalen und dessen $Z$-Achse mit der optischen Achse der linken Kamera zusammenfällt. Irgendein Raumpunkt $P$ ist dann durch die drei Koordinaten $X_P$, $Y_P$, $Z_P$ bestimmt. Die beiden durch die optischen Mittelpunkte $O_1$ und $O_2$ hindurchgehenden Raumstrahlen $R_1$ und $R_2$ projizieren den Raumpunkt $P$ in die Bildpunkte $p_1$ und $p_2$, denen $x_1$, $y_1$, beziehungsweise $x_2$, $y_2$ als Bildkoordinaten entsprechen.

Seiner Bedeutung entsprechend hat der Normalfall der Stereophotogrammetrie in der Literatur eine häufige Behandlung gefunden und die Berechnung der Raumkoordinaten aus den Messungsergebnissen des Stereokoordinatometers sowie die einschlägige Genauigkeitsuntersuchung ist von den verschiedensten Gesichtspunkten durchgeführt worden.

Pulfrich (1902)[1]) hat für die drei Raumkoordinaten als erster die bekannten Formeln angegeben:

$$
(1) \qquad \begin{cases} X_o = \dfrac{B x_1}{h} \\ Y_o = \dfrac{B y_1}{h} \\ Z = \dfrac{B f}{h}. \end{cases}
$$

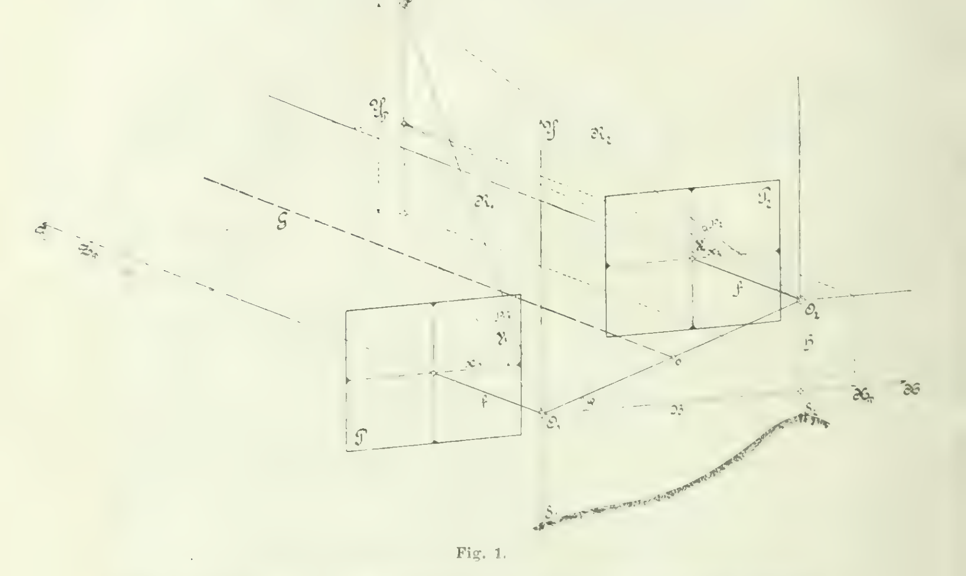


Fig. 1.

worin $h = (+x_1) - (x_2)$ die stereoskopische Horizontalparallaxe bedeutet.

Prof. E. Doležal hat in der „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen" (1907)[2]) dieselben Formeln abgeleitet und die mittleren Fehler der Raumkoordinaten nach der Fehlerhäufungsregel berechnet.

Bei einer anderen Gelegenheit (Zeitschrift für Mathematik und Physik, 1907)[3]) hat Prof. Doležal diese drei Formeln noch durch weitere Formeln

[1]) Dr. C. Pulfrich, Über neuere Anwendungen der Stereoskopie und über einen hierfür bestimmten Stereokomparator. IV. Grundzüge der Stereophotogrammetrie. Zeitschrift für Instrumentenkunde, 22. Bd. Berlin 1902.

[2]) Prof. E. Doležal, Genauigkeit und Prüfung einer stereophotogrammetrischen Aufnahme. Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen. 5. Jg. Wien 1907.

[3]) Prof. E. Doležal, Das Grundproblem der Photogrammetrie, seine rechnerische und graphische Lösung, nebst Fehleruntersuchung. Zeitschrift für Mathematik und Physik, 54. Bd. Leipzig 1907.

ergänzt, indem er auch die Größe $H$ und die stereoskopische Vertikalparallaxe $c = (+y_1) - (+y_2)$ berücksichtigt hat.

Dieselben Formeln hat Doležal in diesem Archiv[1]) auch auf anderem Wege entwickelt. Hier nahm er eine Ausgleichung nach der Theorie der bedingten Beobachtungen vor, indem er die Relation

$$\frac{H}{B} = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} = \frac{c}{b} = tg\,\varphi \qquad (2)$$

als einzige Bedingungsgleichung benutzte.

Dr. A. Haerpfer (1909)[2]) hat eine Berechnung der ausgeglichenen Werte der Raumkoordinaten nach der Theorie der vermittelnden Beobachtungen durchgeführt. Er knüpfte an den von Prof Doležal herrührenden Vorgang an, wonach die beiden den Raumpunkt $P$ bestimmenden Raumgeraden $R_1$ und $R_2$ als Schnitte je zweier projizierender Ebenen resultieren. Während aber Doležal durch verschiedene Kombinationen je dreier Ebenengleichungen zu einer Vielzahl von Ausdrücken für die Raumkoordinaten gelangt, benutzt Haerpfer auch noch eine vierte, von den übrigen unabhängige, überzählige Ebenengleichung und nimmt diese Überzahl zum Anlaß der Ausgleichung. Die Untersuchung Haerpfers bezieht sich ganz allgemein auf die gesamte Photogrammetrie und erst durch Spezialisierung der allgemeinen Ausdrücke ergeben sich die für die Stereophotogrammetrie giltigen Formeln.

Die im folgenden mitgeteilte Ausgleichung beruht auf demselben Grundgedanken wie die von Haerpfer durchgeführte. Die Wahl der die Raumstrahlen bestimmenden projizierenden Ebenen weicht jedoch von der von Haerpfer getroffenen ab, und der Umstand, daß hier die Berechnung direkt für die Stereophotogrammetrie durchgeführt wird, verleiht dem ganzen Rechnungsvorgang naturgemäß eine gewisse Einfachheit und Übersichtlichkeit.

Aus diesem Grunde und weil mir auch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nicht uninteressant zu sein scheinen, halte ich die Veröffentlichung der folgenden Entwicklungen nicht für überflüssig.

Wir fassen die beiden Raumstrahlen $R_1$ und $R_2$ als Schnitte der beiden ($X$-$Z$)- und ($Y$-$Z$)-projizierenden Ebenen auf. Die vier Ebenengleichungen lauten dann:

$$R_1 \begin{cases} X = \dfrac{x_1}{f} Z \\ Y = \dfrac{y_1}{f} Z \end{cases} \qquad R_2 \begin{cases} X = \dfrac{x_2}{f} Z + B \\ Y = \dfrac{y_2}{f} Z + H \end{cases} \qquad (3)$$

Wir wollen diese Gleichungen in folgender Form als Vermittlungsgleichungen verwenden:

$$R_1 \begin{cases} f \cdot X = x_1 \cdot Z \\ f \cdot Y = y_1 \cdot Z \end{cases} \qquad R_2 \begin{cases} f \cdot X = x_2 \cdot Z + B \cdot f \\ f \cdot Y = y_2 \cdot Z + H \cdot f \end{cases} \qquad (4)$$

[1]) Prof E. Doležal, Ein Beitrag zur Stereophotogrammetrie. Dieses Archiv, 1. Bd. Wien und Leipzig 1908.

[2]) Dr A Haerpfer, Gewichtsbestimmungen in der Photogrammetrie. Dieses Archiv 2. Bd., 1. Heft Wien und Leipzig 1909.

Hieraus ergeben sich die Fehlergleichungen

$$\left.\begin{array}{l} \lambda_1 = f X \quad . \quad - x_1 Z \quad . \\ \lambda_2 = \quad . \quad f Y - y_1 Z \quad . \\ \lambda_3 = f X \quad . \quad - x_2 Z - Bf \\ \lambda_4 = \quad . \quad f Y - y_2 Z - Hf \end{array}\right| \qquad (4)$$

Die als fehlerfrei anzusehenden Koeffizienten der Unbekannten sind:

$$\begin{array}{lll} a_1 = f, & b_1 = 0, & c_1 = - x_1, \\ a_2 = 0, & b_2 = f, & c_2 = - y_1, \\ a_3 = f, & b_3 = 0, & c_3 = - x_2, \\ a_4 = 0, & b_4 = f, & c_4 = - y_2; \end{array}$$

Die beobachteten Größen:

$$\begin{array}{l} l_1 = 0, \\ l_2 = 0, \\ l_3 = Bf, \\ l_4 = Hf. \end{array}$$

Die Koeffizienten der Normalgleichungen sind:

$$\begin{array}{lll} [aa] = 2f^2, & [bb] = 2f^2, & [cc] = x_1^2 + y_1^2 + x_2^2 + y_2^2, \\ [ab] = 0, & [bc] = - f(y_1 + y_2), & [cl] = - f(B x_2 + H y_2). \\ [ac] = - f(x_1 + x_2), & [bl] = Hf^2, & \\ [al] = Bf^2. & & \end{array}$$

Die Koeffizienten der ersten reduzierten Normalgleichungen:

$$[bb.1] = [bb] - \frac{[ab]^2}{[aa]} = 2f^2$$

$$[bc.1] = [bc] - \frac{[ab] . [ac]}{[aa]} = - f(y_1 + y_2),$$

$$[bl.1] = [bl] - \frac{[ab] . [al]}{[aa]} = Hf^2,$$

$$[cc.1] = [cc] - \frac{[ac]^2}{[aa]} = \frac{(x_1 - x_2)^2}{2} + y_1^2 + y_2^2,$$

$$[cl.1] = [cl] - \frac{[ac] . [al]}{[aa]} = f . \frac{Bh - 2 H y_2}{2}.$$

Die Koeffizienten der zweiten reduzierten Normalgleichung:

$$[cc.2] = [cc.1] - \frac{[bc.1]^2}{[bb.1]} = \frac{h^2 + r^2}{2}$$

$$[cl.2] = [cl.1] - \frac{[bc.1] . [bl.1]}{[bb.1]} = f . \frac{Bh + Hr}{2}.$$

Aus der zweiten reduzierten Normalgleichung ergibt sich der ausgeglichene Wert von $Z$ mit

$$Z = \frac{[cl.2]}{[cc.2]} = \frac{f(Bh + Hr)}{h^2 + r^2}. \qquad (5)$$

Gleichung (5) wollen wir in folgender Form schreiben:

$$Z = \frac{Bf}{h} \cdot \frac{Bh^2 + Hhr}{Bh^2 + Br^2}. \qquad (6)$$

woraus sich nach ausgeführter Division

$$Z = \frac{Bf}{h}\left\{\left(1-\left(\frac{v}{h}\right)^2+\left(\frac{v}{h}\right)^4-\left(\frac{v}{h}\right)^6+\ldots in\ inf.\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{Hv}{Bh}\left(1-\left(\frac{v}{h}\right)^2+\left(\frac{v}{h}\right)^4-\left(\frac{v}{h}\right)^6+\ldots in\ inf.\right)\right\} \qquad (7)$$

ergibt. Aus (7) folgt weiter

$$Z = \frac{Bf}{h}\left\{1-\left(\frac{v}{h}\right)^2\left(1-\left(\frac{v}{h}\right)^2+\left(\frac{v}{h}\right)^4-\left(\frac{v}{h}\right)^6\ldots in\ inf.\right)+\right.$$

$$\left.+\frac{Hv}{Bh}\left(1-\left(\frac{v}{h}\right)^2+\left(\frac{v}{h}\right)^4-\left(\frac{v}{h}\right)^6\ldots in\ inf.\right)\right\}=$$

$$=\frac{Bf}{h}\left\{1+\frac{Hhv-Bv^2}{Bh^2}\left(1-\left(\frac{v}{h}\right)^2+\left(\frac{v}{h}\right)^4-\left(\frac{v}{h}\right)^6+\ldots in\ inf.\right)\right\} \qquad (8)$$

Die in dem vorstehenden Ausdrucke vorkommende unendliche Reihe ist konvergierend, da zufolge der Relation (2) $\frac{v}{h} < 1$ (wenn wir — wie es in der Praxis vorwiegend vorkommt — annehmen, das $\varphi < 45^0$).

Die Summe dieser Reihe ist

$$S_\infty = \frac{1}{1+\left(\frac{v}{h}\right)^2}.$$

Die Gleichung (8) erscheint nach Einsetzung dieses Wertes in der Form

$$Z = \frac{Bf}{h}\left\{1+\frac{v}{h}\cdot\frac{Hh-Bv}{Bh}\cdot\frac{1}{1+\frac{v^2}{h^2}}\right\} \qquad (9)$$

Wären sämtliche gemessenen Größen vollständig fehlerfrei, so müßte die Relation

$$\frac{v}{h}=\frac{H}{B}=tg\ \varphi \qquad (2)$$

bestehen. Dann wäre der Ausdruck

$$\frac{Hh-Bv}{Bh}=0$$

und Gleichung (9) würde den ad (1) angeführten Näherungswert

$$Z=\frac{Bf}{h}$$

ergeben.

Wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler wird aber

$$\frac{Hh-Bv}{Bh}=\Delta, \qquad (10)$$

wenn $\Delta$ einen sehr kleinen Betrag bedeutet und

$$\frac{v}{h}=tg\ \varphi_1=tg\ (\varphi+\Delta\varphi), \qquad (11)$$

worin $\Delta\varphi$ das sehr kleine Winkelelement von $\varphi$ ist.

Mit Berücksichtigung von (10) und (11) übergeht (9) in

$$Z = \frac{Bf}{h} \left\{ 1 - tg\,\varphi_1 \,.\, \Delta \,.\, \frac{1}{1 + tg^2 \varphi_1} \right\} = \frac{Bf}{h} \left\{ 1 + \Delta \sin \varphi_1 \cos \varphi_1 \right\} \quad (12)$$

und bei Vernachlässigung der verschwindend kleinen Größen höherer Ordnung ergibt sich

$$Z = \frac{Bf}{h} \left\{ 1 + \Delta \sin \varphi \cos \varphi \right\} \quad (13)$$

Die Größe $\Delta$ läßt sich ebenfalls als Funktion des Winkels $\varphi$ darstellen. Es ist

$$\Delta = \frac{Hh - Br}{Bh} = \frac{H}{B} - \frac{r}{h} = tg\,\varphi - tg\,\varphi_1 = -\frac{\Delta \varphi}{\cos^2 \varphi} \quad (14)$$

Mit Berücksichtigung des Wertes (14) erscheint der Ausdruck (13) in der Form

$$Z = \frac{Bf}{h} \left\{ 1 - tg\,\varphi \,.\, \Delta \varphi \right\} \quad (15)$$

Der Faktor $\frac{Bf}{h} = Z_0$ ist der ad (1) angeführte Näherungswert und Gleichung (15) läßt in durchsichtiger Weise den Einfluß des Basisneigungswinkels $\varphi$ auf das Ausgleichungsergebnis erkennen.

Für $\varphi = 0$

folgt $Z = Z_0$,

wie es ja auch sein muß, weil dann die beiden ($Y$-$Z$)-projizierenden Ebenen zusammenfallen, die vierte, überschüssige Gleichung also verschwindet und mithin jede Ausgleichung illusorisch wird. Aber dieser Fall kommt in der Praxis nur ganz ausnahmsweise vor.

Zwecks Berechnung von $X$ und $Y$ gehen wir auf die Normalgleichungen zurück, welche lauten:

$$\left.\begin{array}{ll} a) & 2f^2 . X - f(x_1 - x_2) Z = Bf^2 \\ b) & 2f^2 Y - f(y_1 - y_2) Z = Hf^2 \\ c) & -f(x_1 - x_2) . X - f(y_1 - y_2) Y + (x_1^2 + y_1^2 + x_2^2 + y_2^2) Z = -f(Bx_2 + Hy_2) \end{array}\right| \quad (16)$$

Aus $a$ folgt mit Rücksicht auf (15)

$$X = \frac{B}{2} \left[ 1 - \frac{x_1 - x_2}{h} (1 - tg\,\varphi \,.\, \Delta \varphi) \right], \quad (17)$$

was nach einer einfachen Umrechnung in

$$X = \frac{Bx_1}{h} \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{x_2}{x_1} \right) tg\,\varphi \,.\, \Delta \varphi \right] \quad (18)$$

und weiter mit Bezug auf

$$h = (-x_1) - (-x_2)$$

in

$$X = \frac{Bx_1}{h} \left[ 1 + \left( 1 - \frac{h}{2x_1} \right) tg\,\varphi \,.\, \Delta \varphi \right] = X_0 \left[ 1 + \left( 1 - \frac{h}{2x_1} \right) tg\,\varphi \,.\, \Delta \varphi \right] \quad (19)$$

übergeht.

$X_0 = \frac{Bx_1}{h}$ ist wieder der ad (1) zitierte Näherungswert.

Ganz analog erhält man für den ausgeglichenen Wert von $Y$ den Ausdruck

$$Y = \frac{B y_1}{h}\left[1 + \left(1 - \frac{r}{2 y_1}\right) tg\,\varphi\,.\,\Delta\varphi\right] - Y_0\left[1 - \left(1 - \frac{r}{2 y_1}\right) tg\,\varphi\,.\,\Delta\varphi\right] \quad (20)$$

Aus (19) und (20) kann leicht herausgelesen werden, daß für

$$\left.\begin{array}{l} x_1 = - x_2 \\ y_1 = - y_2 \end{array}\right\} \quad (21)$$

$$\left.\begin{array}{l} X = X_0 \\ Y = Y_0 \end{array}\right\} \quad (22)$$

folgt.

Durch die beiden Gleichungen (21) wird die durch den Mittelpunkt $o$ der Basis $O_1 O_2$ senkrecht zu dieser gezogene Horizontale $G$ (horizontale Streckensymmetrale von $O_1 O_2$) (vgl. Fig. 1) definiert.

Die $X$- und $Y$-Koordinaten aller Punkte dieser Geraden sind also für die Ausgleichung unempfindlich.

Wir wenden uns nun der Berechnung der Gewichte der Unbekannten zu.

Das Gewicht $G_z$ ist gleich dem Koeffizienten von $Z$ in der zweiten reduzierten Normalgleichung

$$G_z = [cc\,.\,2] = \frac{h^2 + r^2}{2} \quad (23)$$

Zur Bestimmung der Gewichte $G_x$ und $G_y$ sowie zur kontrollweisen Berechnung von $G_z$ wenden wir die unbestimmte Auflösung der Normalgleichungen an.

Die Normalgleichungen in unbestimmter Form lauten:

$$\begin{array}{rcl} 2 f^2\,.\,A \quad\quad . \quad\quad - f(x_1 + x_2)\,C & = & P \\ .\quad\quad 2 f^2\,.\,B - f(y_1 + y_2)\,C & = & Q \\ - f(x_1 + x_2)\,A - f(y_1 + y_2)\,B + (x_1^2 + y_1^2 + x_2^2 + y_2^2)\,C & = & R, \end{array}$$

worin $A$, $B$ und $C$ die Unbekannten und $P$, $Q$, $R$ beliebige, unbestimmte Größen vorstellen. Die Auflösung ergibt:

$$A = \frac{2(x_1^2 + x_2^2) + r^2}{(h^2 + r^2)\,.\,2 f^2}\cdot P + \frac{(x_1 + x_2)(y_1 + y_2)}{(h^2 + r^2)\,.\,2 f^2}\cdot Q + \frac{x_1 + x_2}{f(h^2 + r^2)}\,R,$$

$$B = \frac{(x_1 + x_2)(y_1 + y_2)}{(h^2 + r^2)\,.\,2 f^2}\,P + \frac{2(y_1^2 + y_2^2) + h^2}{(h^2 + r^2)\,2 f^2}\,Q + \frac{y_1 + y_2}{f(h^2 + r^2)}\,R,$$

$$C = \frac{x_1 + x_2}{f(h^2 + r^2)}\cdot P + \frac{y_1 + y_2}{f(h^2 + r^2)}\cdot Q + \frac{2}{h^2 + r^2}\,R,$$

und die Gewichte der Unbekannten sind

$$G_x = \frac{(h^2 + r^2)\,2 f^2}{2(x_1^2 + x_2^2) + r^2}, \quad (24)$$

$$G_y = \frac{(h^2 + r^2)\,2 f^2}{2(y_1^2 + y_2^2) + h^2} \quad (25)$$

Die drei Gewichte verhalten sich zu einander:

$$G_x : G_y : G_z = \frac{2 f^2}{2(x_1^2 + x_2^2) + r^2} : \frac{2 f^2}{2(y_1^2 + y_2^2) + h^2} : \frac{1}{2}$$

Es wird $G_x = G_y$, wenn

$$2(x_1^2 + x_2^2) + v^2 = 2(y_1^2 + y_2^2) + h^2,$$

was nach einfacher Reduktion auf die Relation

$$x_1 - x_2 = y_1 - y_2$$

führt.

Wir betrachten speziell den Fall

$$x_1 + x_2 = y_1 + y_2 = 0$$

und kommen so auf die Gleichungen (21) zurück.

Es ergibt sich also, daß für alle Punkte der Geraden $G$ die $X$- und $Y$-Koordinaten gleiches Gewicht haben, wie es ja auch sein muß, da, wie oben gezeigt wurde, die $X$- und $Y$-Koordinaten aller Punkte dieser Geraden für die Ausgleichung unempfindlich sind.

Mit Berücksichtigung der, bis auf verschwindend kleine Größen erster Ordnung richtigen, Beziehung

$$v = h\, tg\, \varphi$$

ergibt sich

$$G = \frac{h^2 + v^2}{2} = \frac{h^2}{2}(1 + tg^2 \varphi) = \frac{h^2 \sec^2 \varphi}{2} \qquad (26)$$

und unter Einführung des Wertes

$$h = \frac{Bf}{Z}$$

in (26) folgt

$$G_x = \frac{B^2 f^2 \sec^2 \varphi}{2 Z^2} \qquad (27)$$

Der Ausdruck (27) besagt, daß das Gewicht der Entfernung eines stereophotogrammetrisch bestimmten Punktes nach einem markanten physikalischen Gesetze mit dem Quadrate der Entfernung des Raumpunktes von der geodätischen Standlinie abnimmt.

Mit Hilfe der Relationen

$$v = h\, tg\, \varphi,$$
$$h = x_1 - x_2$$

nimmt (24) die Gestalt an

$$G_x = \frac{2 f^2 h^2 \sec^2 \varphi}{4 x_1^2 - 4 x_1 h + h^2 (1 + \sec^2 \varphi)} \qquad (28)$$

Führt man eine neue Variable $x$ mittels der Relation

$$x_1 = x + \frac{h}{2} \qquad (29)$$

in (28) ein, so entsteht

$$G_x = \frac{2 f^2 h^2 \sec^2 \varphi}{4 x^2 + h^2 \sec^2 \varphi}, \qquad (30)$$

was sich auch in der Form

$$G_x = \frac{\frac{f^2 h^2 \sec^2 \varphi}{2}}{x^2 + \left(\frac{h \sec \varphi}{2}\right)^2} \qquad (31)$$

schreiben läßt.

G. Loria[1]) hat diejenige ebene, algebraische Kurve dritter Ordnung, deren Gleichung in kartesischen Koordinaten

$$y = \frac{2\,a^3}{x^2 + a^2} \tag{32}$$

ist, worin $a$ eine Konstante bedeutet, als die Pseudo-Versiera bezeichnet.

Verallgemeinernd können wir die Kurve, deren Gleichung

$$y = \frac{na^3}{x^2 + a^2} \tag{33}$$

ist, als die allgemeine Pseudo-Versiera ansprechen und wollen zunächst zeigen, daß für dieselbe eine geometrische Konstruktion gilt, welche der von Loria für die Pseudo-Versiera zitierten analog ist.

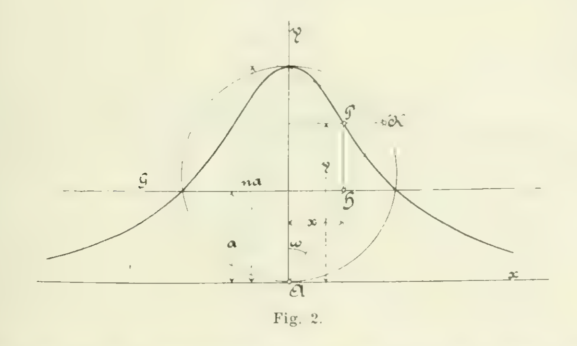



Fig. 2.

Auf der $y$-Achse eines rechtwinkligen Achsenkreuzes tragen wir (Fig. 2) die Strecke $na$ auf und schlagen über $na$ als Durchmesser einen Kreis; in der Entfernung $a$ ziehen wir eine Parallele $G$ zur $X$-Achse. Ein beliebiger, durch $A$ gehender Strahl $A\,K$ schneidet den Kreis im Punkte $K$ und die Gerade in $H$. Die Senkrechte durch $H$ zur Geraden $G$ und die Parallele zu $G$ durch $K$ treffen sich in einem Punkte $P$ der gesuchten Kurve, wie nachfolgend bewiesen werden soll:

Heiße $\omega$ der Winkel von $A\,K$ gegen die $y$-Achse, so ist

$$x = a\; tg\; \omega,$$

folglich ist

$$y = na\,.\,cos^2\,\omega,$$

$$x^2\,y = a^2\;na\;sin^2\,\omega;$$

und da

$$na\;sin^2\,\omega = na - y,$$

so folgt

$$x^2\,y = a^2\,(na - y)$$

und schließlich

[1]) G. Loria, Spezielle algebraische und transzendente ebene Kurven. Deutsch von Fr. Schütte. Leipzig 1902.

$$y = \frac{na^3}{x^2 + a^2}.$$

Durch Gegenüberstellung der beiden Gleichungen (31) und (33) ergibt sich

$$a = \frac{h \sec \varphi}{2},$$

$$na^3 = \frac{f^2 h^2 \sec^2 \varphi}{2},$$

$$na = 2 f^2,$$

womit also eine graphische Konstruktion von $G_x$ gewonnen ist.

Mit Berücksichtigung der Beziehungen

$$v = h \, tg \, \varphi,$$

$$v = y_1 - y_2$$

übergeht (25) in

$$G_y = \frac{2 f^2 h^2 \sec^2 \varphi}{4 y_1^2 - 4 y_1 h \, tg \, \varphi + h^2 (tg^2 \varphi + \sec^2 \varphi)} \tag{34}$$

und nach Einführung einer neuen Variablen $x$ mittels der Beziehung

$$y_1 = x + \frac{h \, tg \, \varphi}{2} \tag{35}$$

entsteht

$$G_y = \frac{\frac{f^2 h^2 \sec^2 \varphi}{2}}{x^2 + \left(\frac{h \sec \varphi}{2}\right)^2} \tag{36}$$

Infolge der Identität der Gleichungen (36) und (31) gilt für $G_y$ dieselbe graphische Konstruktion wie für $G_x$, nur werden die Anfangspunkte, von denen die Bildabszissen $x_1$, respektive die Bildordinaten $y_1$ aufzutragen sind, mit Rücksicht auf die Relationen (29) und (35) für $G_x$, beziehungsweise $G_y$ verschieden.

Um die Gewichte $G_x$, $G_y$ und $G_z$ graphisch zu bestimmen, hat man folgenden Vorgang zu beobachten (Fig. 3).

Auf einer Horizontalen als Abszissenachse trage man die Strecke $O_1 A = \frac{h}{2}$ und auf der Senkrechten durch $A$ als Ordinatenachse die Strecke $AN = 2 f^2$ in passenden Maßstäben auf (Fig. 3), z. B. für die Abszissen: $1 \, cm = 1 \, cm$, für die Ordinaten: $1 \, cm = 100 \, cm^2$.

Über $AN$ als Durchmesser schlage man einen Kreis und ziehe durch $O_1$ die Gerade $O_1 M$ unter dem Neigungswinkel $\varphi$ zur Abszissenachse. Die Strecke $O_1 B$ gibt den Wert $\frac{h \sec \varphi}{2}$ an, welchen man mit dem Zirkel auf die Ordinatenachse überträgt: $O_1 C = O_1 B$. Durch $C$ Parallele $G$ zur Abszissenachse.

Um $G_x$ zu finden mache man $O_1 P = x_1$. Den Schnittpunkt $C$ der Senkrechten durch $P$ mit der Geraden $G$ verbinde man mit $A$. Die Verbindungslinie trifft den Kreis in $E$. Die Parallele zur Abszissenachse durch $E$ schneidet $PD$ in $F$. $PF = G_x$.

Zur Bestimmung von $G_y$ trage man auf der Abszissenachse von $A$ aus $A O_2 = A B = \frac{h}{2} tg\varphi$ ab. Von $O_2$ sind dann die Bildordinaten $y_1$ aufzutragen.

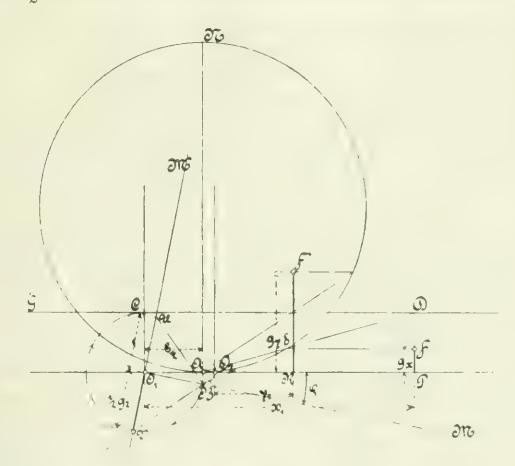


Fig. 3.

Die weitere Konstruktion von $G_y$ ist dieselbe wie für $G_x$ und dürfte ohne weiteres aus der Figur einleuchten. Man erhält schließlich $R F' = G_y$.

Zwecks graphischer Ermittlung von $G_z$ ziehe man durch $O_1$ eine Normale $O_1 M'$ zu $O_1 M$ und trage auf derselben $O_1 U = 1$ im Maßstab der Abszissen auf. Die Senkrechte zu $U B$ durch $B$ schneidet auf $O_1 M'$ den halben Betrag von $G_z$ ab: $O_1 V = \frac{1}{2} G_z$ $\left(\text{denn es ist: } 1 \cdot \frac{1}{2} G_z = \left[\frac{h \sec \varphi}{2}\right]^2\right)$.

$PF = G_x$ und $RF' = G_y$ sind im Ordinatenmaßstab, $O_1 V = \frac{1}{2} G_z$ hingegen im Abszissenmaßstab zu messen.

(Fortsetzung und Schluß folgt.)

# Photogrammetrische Aufnahmen während flüchtiger Forschungsreisen mittels Drachen.

Von Ignaz Tschamler, k. u. k. technischer Oberoffizial des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien i. R. in Mähr.-Neustadt

## I. Der Drache.

Die Durchsicht des während der ersten Forschungsreise in Mesopotamien durch Dr. Viktor Pietschmann gesammelten Aufnahmsmateriales hat zur Einsicht geführt, daß die Meßtischphotogrammetrie wohl vorzügliche, von keiner anderen Aufnahmsmethode erreichbare Resultate geliefert hat, sie hat jedoch auch gezeigt, daß dieselbe Methode noch weit mehr zu leisten imstande wäre, wenn die Standpunkte der einzelnen Aufnahmen höher gelegt werden könnten, wenn sie vom Luftraume aus, etwa 500 bis 2000 *m* über den Erdboden ausgeführt wären.

Solche Aufnahmen wurden bereits vielfach vom Ballon und Drachen aus in kleinen Versuchen gemacht und es würde die Lösung einer solchen im großen Maßstabe vorzunehmenden Aufgabe hauptsächlich von der glücklichen Auswahl einer geeigneten Drachentype abhängen.

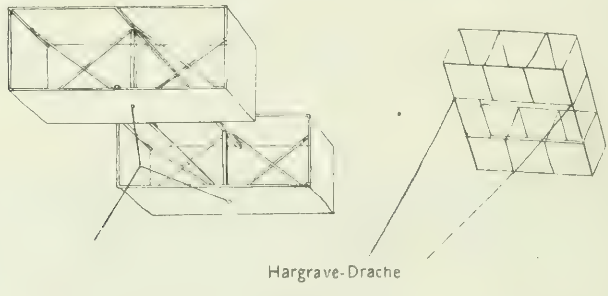
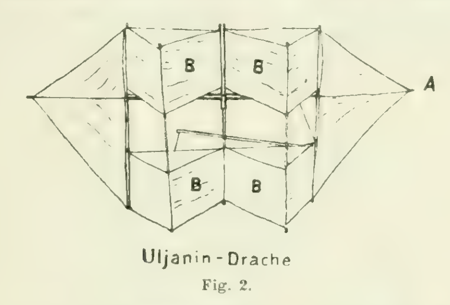



Fig. 1.

Das Studium der „Erhaltung der Stabilität", „Wichtigste Formen und Verwendungsarten der Drachen", „Flugtechnik im Dienste des Vermessungswesens von Hauptmann Scheimpflug" so wie die „Phototopographie III. Teil von R. J. Thiele und eine Umfrage an die deutsche Seewarte in Hamburg sowie Staatsrat Thiele in Moskau, die bereits eingehende Erfahrungen aus den Flugversuchen mittels verschiedener Drachentypen gesammelt haben, brachte mir die Einsicht, daß die vorhandenen Drachentypen den Anforderungen, welche eine Forschungsreise an dieselben stellt, nicht vollkommen entsprechen können, da entweder die Herrichtung zum Aufstieg zu viel Zeit erfordert, oder aber die Regulierbarkeit der Anpassung an die verschiedenen Windstärken zu gering ist. Die deutsche Seewarte empfiehlt uns den Kastendrachen von Hargrave; Staatsrat Thiele den Uljaninschen

Drachen. Unterziehen wir den Bau des Hargrave-Drachen einer kritischen Betrachtung, so fällt uns sofort der Umstand auf, daß die obere Tragfläche zum größten Teil in den Windschatten zu liegen kommt, dieselbe sollte daher der unteren Tragfläche vorgebaut und damit mehr windfangend, tragkräftiger gemacht werden (siehe das Gerüste des Hauptdrachen, Kopf *K*).

Beim Uljanin-Drachen sind die Seitenflügel durch die Querstange *A* unbeweglich festgehalten und sind somit mit den Flächen *B* Haupttrag-



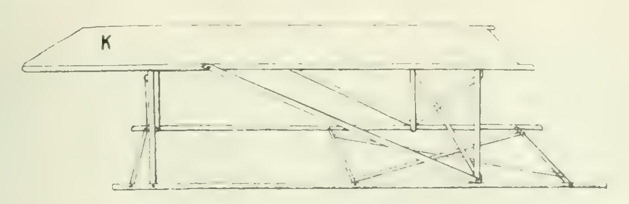

Uljanin-Drache

Fig. 2.

flächen. Der Drache besitzt gegen seitliche Verwerfungen geringen Widerstand, da die schiefen Seitenflächen ohne feste Verbindung mit den Flügelflächen sind und daher die Luft zwischen den beiden Flächen entweichen kann.

Während einer mehrmonatigen Expedition haben wir mit sehr verschiedenen Windstärken zu rechnen und wir müssen daher unseren Drachen derart ausgestalten, daß er fast unter allen Umständen brauchbar ist.

Nach Uljanin ist die Tragkraft eines Quadratmeter Fläche bei einer Windgeschwindigkeit von




Das Gerüste des Hauptdrachen

Fig. 3.

| | | |
|---|---|---|
| 1 *m* = 0·14 *kg* | 8 *m* = 8·67 *kg* | 20 *m* = 54·16 *kg* |
| 2 *m* = 0·54 *kg* | 9 *m* = 10·97 *kg* | 24 *m* = 78·00 *kg* |
| 4 *m* = 2·17 *kg* | 10 *m* = 13·54 *kg* | 30 *m* = 122·00 *kg* |
| 6 *m* = 4·87 *kg* | 12 *m* = 19·50 *kg* | 36 *m* = 176·00 *kg* |
| 7 *m* = 6·64 *kg* | 15 *m* = 30·47 *kg* | 45 *m* = 277·00 *kg* |

Setzt man das Gewicht der Last, welche der Expeditionsdrache zu heben haben wird, auf 20 *kg*, so müssen wir, um bei einer Windstärke von

3 *m* noch ohne mechanische Mittel arbeiten zu können, einen Drachen herstellen, welcher 20 $m^2$ Tragfläche aufweist.

Es ist einzusehen, daß ein Drache von $4 \times 5$ $m^2$ bereits unhandlich ist und, daß derselbe schon bei einer Windgeschwindigkeit von 9 *m* mit dem erforderlichen Widerstand von mehr als 200 *kg* von einem Menschen schon nicht mehr zu erhalten ist. Wir müssen daher für eine Teilung der Tragflächen vorsorgen, wir müssen die Tragflächen derart einordnen, daß gewisse Teile derselben bei stärkerem Winde selbsttätig außer Aktion treten und diese Forderungen bedingen die Form des Drachens, welche in Fig. 3 als Gerüste, in der Fig. 4 in der Seitenansicht und Fig. 5 in der Vorderansicht zu sehen ist.

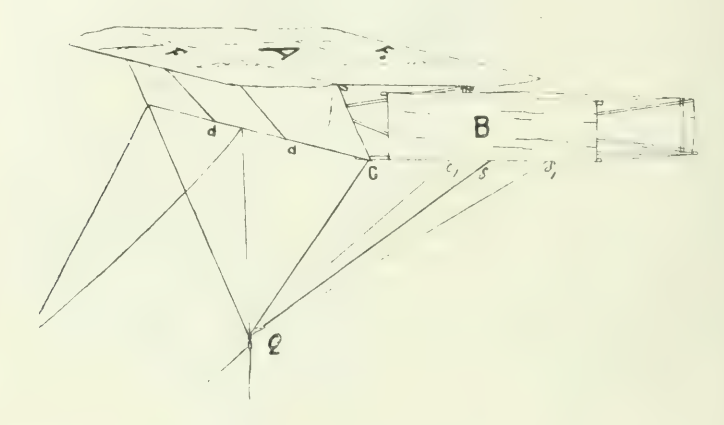



Fig. 4.

Der Expeditionsdrache besteht demnach aus dem Hauptdrachen *A* und dem Hilfsdrachen *B*, welcher in dem Punkte *C* an den ersteren derart gekuppelt ist, daß derselbe die Last *Q* mittels der Schnüre *S* und $S_1$ hebt, die Schnüre *C* $C_1$ entlastet und somit die selbsttätige Einstellung der beiden Drachen in den Windstrich gestattet. Außerdem sind die beiden Seitenflügel beweglich, so daß dieselben mittels der Zugfedern *d* bei zu starkem Winde ebenfalls in die Windstrichlage gedrückt und daher untätig werden

Der Hauptdrache ist $2^1/_2$ *m* lang, $1^1/_2$ *m* breit, die Seitenflügel spannen 1 *m* aus. Er repräsentiert daher $10^1/_4$ $m^2$ Tragfläche und ist bei einer Windstärke von 4 *m* Geschwindigkeit fähig, unsere Last von 20 *kg* allein zu tragen.

Sehr oft wird bei einer Expedition der Fall eintreten, daß in der begangenen Luftschichte Windstille herrscht, während in einer geringen Höhe bereits genügender Wind zur Hebung des Drachens streicht. Der Expeditionsdrache muß daher derart eingerichtet sein, daß er unbelastet, eventuell durch mechanischen Zug mittels der Winde, die windstille Schichte durchsteigen kann und somit der Panoramenapparat erst dann aufgezogen wird, wenn

der Drache bereits tragfähig ist. Es ist daher für eine zweite, diesen Apparat hebende Winde zu sorgen und die Tragschnur als Meßschnur auszustatten.

Das Messen der Höhe jedes Standpunktes und die Länge der aufzuwindenden Tragschnur ergibt an und für sich stets eine gewisse Basismessung, da die Höhe stets beträchtlich (zirka 500 *m*) eine gewisse Sicherheit zur Konstruktion und eine Kontrolle derselben bei der Ausarbeitung der Bilder ergibt.

Die Stabilität des Drachen wird ziemlich stetig sein müssen, da die $^{3}/_{4}$ *m* hohen Seitenflächen in Verbindung mit den Flügelflächen einem etwaigen Seitendrucke genügenden Widerstand entgegensetzen. Jedenfalls dürfte ein vehementer Sturz des Drachens ausgeschlossen sein.

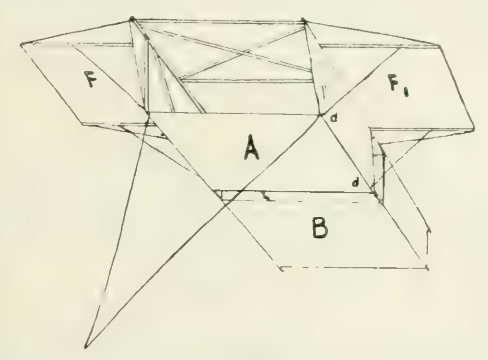



Fig. 5

Das Gerüst des Hilfsdrachen ist in der Dimensionierung um so viel kleiner zu halten, daß dasselbe beim Transport in das Gerüste des Hauptdrachen eingeschoben werden kann.

Der Überzug, die Haut der Drachen, aus sogenannter russischer Leinwand, muß von den Gerüsten abnehmbar, also gewissermaßen aus einem Stück hergestellt werden, welche an der unteren Längsstange vereinigt und mittels Ösen und Zapfen befestigt wird, die Häute werden gerollt, die Gerüste zusammengeschoben im Forschungsgebiet transportiert, außer demselben aber als Bündel-Stäbe (zerlegt) behandelt.

## II. Der Panoramenapparat.

Ich habe in meiner Studie zu „Dr. Pietschmanns photogrammetrischen Aufnahmen" vorgeschlagen, die Objektive für lotrecht stehende Bilder mit möglichst großen Brennweiten zu wählen. Ich habe diese Brennweite im Interesse einer genauen photogrammetrischen Triangulierung allgemein mit 20 bis 25 *cm* angegeben. Da die nächste Reise Dr. Pietschmanns jedoch eine sehr flüchtige sein wird, da die Ausarbeitung seines Aufnahmsmateriales

bestimmt nicht unter das Maßverhältnis 1:100.000 vorgenommen wird, so kann auf dieser Reise im Interesse der leichteren Durchführung (Schnelligkeit des Plattenwechsels, Verpackung eines kleineren Apparates etc.) die Brennweite mit 15 *cm* als genügend groß angenommen werden.

Die Firma R. Lechner hat sich bereit erklärt, den Bau dieses Panoramenapparates zu übernehmen und wird denselben mit Weitwinkelobjektiven des Aplanatsystems in 6 Bildern als Rundsicht, mit Momentverschlüssen $^1/_{50}$ Sekunde, welche Zeit bei ziemlich ungünstigem Licht noch gute Bilder ergibt, ausführen. Das Gewicht desselben wird 6 *kg* nicht übersteigen.

Bei diesem Apparate kann die Aufnahme der schiefen Bilder entfallen, da der Bildwinkel des horizontalen Bildes $90^0$ beträgt und daher das Bild einer Aufnahme aus 2000 *m* Höhe zirka 12 $km^2$ Erdoberfläche zur Darstellung bringt. Diese Größe ist ausreichend, ziemlich große Städte mittels einer Aufnahme zur Ansicht zu bringen.

---

## Aus der Sektion „Laussedat"

### der „Société française de Photographie" in Paris.

### Considérations sur l'obtention de positifs directs dans les opérations militaires en aéroplanes.

Par Monpillard.

M. le capitaine Saconney a fait observer qu'il serait fort intéressant, au cours des reconnaissances militaires en aéroplanes, de pouvoir prendre des vues photographiques des régions parcourues, dans des conditions telles qu'on puisse obtenir directement des épreuves positives, susceptibles de permettre de procéder sans délai à l'opération de la restitution topographique.

A priori, il semble que, le problème peut aisément trouver une solution pratique, la méthode entrevue étant calquée en somme sur celles indiquées par M. Huillard en 1896, puis par M. Balagny en 1906, pour l'obtention de contre-types directs, méthode mise aujourd'hui en pratique pour une grande partie du moins dans l'emploi des plaques à réseau coloré.

Or, si, pour l'obtention de contre-types, les auteurs précités préconisent avant tout l'emploi d'émulsions lentes, dans le cas qui nous intéresse, nous devrons rechercher au contraire les émulsions les plus rapides, la vitesse d'un aéroplane étant toujours considérable, l'instantané est de rigueur

Par contre, cette émulsion devra toujours être coulée en couche très mince, de façon, comme l'a fait remarquer M. Huillard, que cette couche soit immédiatement transpercée par le bain révélateur et présente une grande perméabilité aux divers réactifs.

Cette dernière condition a été réalisée dans la fabrication des plaques à réseau servant à la photographie des couleurs; or nous ne voyons pas

pourquoi elle ne pourrait pas être réalisée également pour une émulsion ordinaire extra-rapide.

C'est ce qu'a pensé un de nos collègues, M. Mattey, qui, depuis quelque temps, a tenté de résoudre le problème. Il y a en partie réussi, grâce à la complaisance de certains fabricants qui ont bien voulu consentir à lui préparer des plaques à émulsion rapide coulée en couches minces.

Ces plaques se traitent exactement comme les plaques à réseau pour la photochromie et permettent d'obtenir directement des diapositifs.

Le seul écueil auquel nous heurtons, réside dans les inégalités d'épaisseur de la couche sensible se manifestant par des bandes plus sombres dans certaines portions de l'image.

Il est à présumer que, si au lieu de préparer seulement quelques plaques en vues d'essais, un industriel les fabriquait d'une façon régulière, cet accident ne se produirait pas plus que dans le coulage en couches minces de l'émulsion sur les plaques à réseau coloré.

Dores et déjà les résultats obtenus par M. Mattey montrent que le voeu exprimé par le capitaine Saconney est susceptible d'une solution pratique.

Il nous a semblé que, dans le cas particulier de la photographie instantanée au cours des reconnaissances à bord d'aéroplanes, il serait plus avantageux de substituer aux plaques, du papier au gélatino-bromure, beaucoup moins lourd et moins fragile.

Rappelons que l'emploi du papier à émulsion extra-rapide fut déjà préconisé, il y a quelques années, et fit en particulier l'objet d'une étude spéciale par M. Quénisset[1]).

Cet auteur nous signale notamment qu'avec une ouverture de $F:12$ il put obtenir sur papier *SIP* des instantanés par belle lumière avec une vitesse d'obturation égale au $\frac{1}{25}$ de seconde.

Si nous considérons que nous pouvons travailler maintenant avec des objectifs ouverts à $F:3{\cdot}8$; nous pouvons bien admettre, en faisant usage d'un papier recouvert d'une émulsion extra-rapide, la possibilité d'obtenir des images complètes avec les vitesses d'obturation auxquelles il est nécessaire d'avoir recours à bord d'un aéroplane.

A notre avis, en dehors de la grande sensibilité et de l'épaisseur minime que doit présenter la couche de gélatino-bromure d'argent, celle-ci devra être étendue sur un papier imperméable, de façon à faciliter dans la plus large mesure possible l'action et l'élimination des réactifs servant à développer et inverser l'image; ce papier devra être inextensible, en vue de permettre de procéder avec une précision suffisante aux mesures nécessaires pour la restitution topographique.

Nous souhaitons vivement que des essais soient faits dans cet ordre d'idée par des fabricants de plaques et papiers photographiques.

[1]) Quénisset: Les phototypes sur papier au gélatino-bromure. Gauthier-Villars. Paris 1901.

Les plaques et papiers pourront être adressés à la section Laussedat de la Société française de Photographie qui les experimentera avec le plus grand intérêt.

## Chambre noire Wenz-Hermagis pour photographie aérienne.

Par E. Wenz.

La chambre noire pour photographier en cerf-volant que nous avions communiquée l'an dernier (1909) à la section Laussedat et dont la description a paru dans ce journal (t. II, p. 215) ne permettait pas le décentrement de l'objectif, très précieux pour la simplification des restitutions en métrophotographie; les méthodes se trouvent en effet fort simplifiées lorsqu'on opère sur un cliché maintenu dans la position verticale, contrairement à ceux pris l'axe optique incliné, même d'un nombre de degrés connus.

Nous avons donc profité d'un nouveau modèle que nous avions à construire pour demander à M. Hermagis d'y apporter ce perfectionnement préconisé tant par M. Vallot pour la photographie en montagne que par le capitaine Saconney pour la photographie aérienne.

Comme il est facile de s'en rendre compte, le dispositif employé ne gêne pas le fonctionnement de l'obturateur dont la fenêtre a simplement été allongée.

La forme de la chambre a été légèrement modifiée; au lieu d'être un prisme droit quadrangulaire symétrique, trois des faces sont perpendiculaires entre elles.

Des écrous au pas du congrès ont été fixé sur trois faces afin de permettre son emploi sur pied dans tous les sens. Pour le décentrement vers le haut, il suffira de renverser la chambre. Des graduations indiquent la valeur du décentrement, que nous cherchons à enregistrer automatiquement sur le négatif, dans le prochain modèle.

Malgré ces perfectionnements le poids de la chambre a plutôt été réduit. Les glissières dans lesquelles se loge le châssis ont été calculées de façon à recevoir, à l'arrière de ce dernier, le volet, ce qui augmente l'étanchéité de la chambre. Enfin la suspension de la chambre au cadre hexagonal d'orientation est très pratique.

Les autres caractéristiques de cette chambre sont les mêmes que celles de la premières construite dans cet ordre d'idées c'est-à-dire:

Objectif aplanastigmat Hermagis No. 7 de 21 *cm* de foyer avec monture en aluminium, $f$ : 6·8 diaphragme iris se réglant par l'intérieur de la chambre.

Écran Monpillard, se fixant également à l'intérieur; obturateur à guillotine s'armant de l'extérieur; châssis en nickel, dans l'entrée est protegée des rayons du soleil par une petite porte à charnière.

La chambre peut faire une révolution complète autour de l'axe de ses écrous.

Le dispositif de déclenchement avec mèche d'amadou est resté le même; toutefois on peut y ajouter un déclencheur Bowden pour opérer à terre (à la main ou sur pied).

# Instrumentelle Neuerungen.

Von Prof. E. Doležal.

## IV.

## Photogrammetrischer Apparat für „Metrische Photographie" nach Dr. F. Eichberg in Wien.

Die Firma R. Lechner (W. Müller) in Wien hat die Idee des k. k. Polizei-Oberkommissärs Dr. Franz Eichberg, der sich seit längerer Zeit mit der Photogrammetrie für kriminalistische Tatbestandsaufnahmen beschäftigt (siehe: Literaturbericht, 1. Heft, III. Band, S. 78), verwirklicht und einen photogrammetrischen Apparat für „Metrische Photographie" gebaut, der alle Anerkennung verdient.

Eichberg hat durch gründliches Studium des Bertillonschen Verfahrens gefunden, daß zufolge des Aufkaschierens des Papierpositives auf den Meßkarton, welcher die Meßskalen aufgedruckt enthält, genaue Maßbestimmungen nicht möglich seien. Nach Bertillons Methode muß die photographische Kopie, auf welcher die Horizont- und Vertikallinienmarken ersichtlich sind, auf den Meßkarton kaschiert werden. Zweifellos erleidet das Papierpositiv zufolge der verschiedenen Manipulationen: Fixierung, Tonung, Waschung usw. derartige Zerrungen, daß die auf dem Karton aufgedruckte Skala zur Kopie nicht paßt. Die vorgedruckten Marken und Skalen des Meßkartons bleiben konstant, die Lage der Horizont- und Vertikallinienmarken des Positives ändert sich, und so werden bei Ablesungen an der Distanzskala trotz großer Sorgfalt manche Fehler begangen.

Naturgemäß fällt ein Fehler für die Höhenbestimmung um so mehr in die Wagschale, als die Resultate derselben nach Multiplikation der Messungsdaten mit dem Vergrößerungskoeffizienten erhalten werden.

Ein zweiter Mangel der Bertillonschen Methode liegt darin, daß die Meßkartons die Skalen am Rande tragen und diese auf dem aufkaschierten Positive mit Lineal und Reißfeder mit größter Sorgfalt ausgezogen werden müssen, was ebenfalls beträchtliche Ungenauigkeiten zur Folge hat.

Dr. Eichberg suchte diese Mängel zu beheben, indem er vorerst die folgende Methode erprobte: den Konstanten des Apparates entsprechend, wurde ein Distanznetz scharf konstruiert, von dem auf photographischem Wege ein Negativ hergestellt wurde. Dieses Negativ wurde auf gewöhnliche Weise auf lichtempfindliches Papier kopiert und diese ungetonte und nicht fixierte Kopie wurde unter das Negativ der Tatbestandsaufnahme derart gelegt, daß die Horizont- und Vertikallinienmarken scharf koinzidierten, worauf dann das Kopieren und später das Tonen erfolgte. Auf diese Weise erhielt man ein Positiv des aufgenommenen Objektes, das mit dem erforderlichen Liniensysteme versehen war und das nach Entnahme der erforderlichen Maße, den Situationsplan und die Höhenverhältnisse des aufgenommenen Tatortes zu ermitteln gestattete

Unstreitig ist es nicht leicht, das kopierte Liniennetz derart unter das Negativ zu bringen, daß die Marken beider, der ungetonten Kopie und des Negatives

einander vollständig decken. **Eichberg** sah das bald ein und suchte diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen, daß er darauf ausging, das Distanznetz unmittelbar im Momente der Tatortsaufnahme auf die Platte zu bringen, wodurch mit einem Schlage alle Fehler beseitigt werden können.

Die vorliegende **Eichbergsche metrische Kamera** ist nun derart konstruiert, daß sie das Mitphotographieren des Netzes ermöglicht und gleichzeitig gestattet, durch Austauschen des Rückenteiles der Kamera auch gewöhnliche photographische Aufnahmen ausführen zu können.

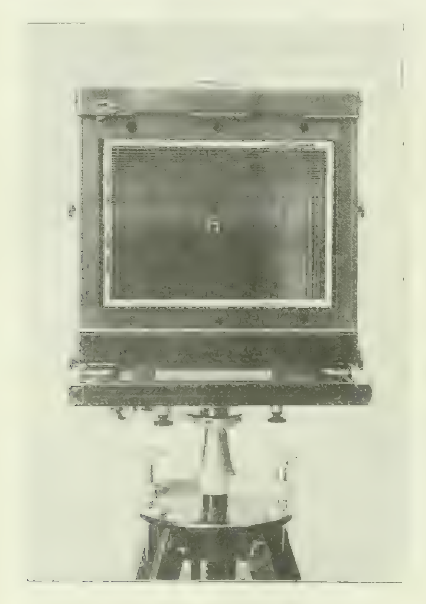


Fig. 7.

Der **Eichbergsche** Apparat ist eine adaptierte **Werner**-Kamera (Fig. 7 und 8) und besteht aus folgenden drei Teilen:

1. Dem Scheibenstativ, 2. dem Dreifußunterbau mit der Fixierungs- und Feineinstellschraube für die rotierende Bewegung der aufgesetzten Kamera und 3. der eigentlichen photographischen Kamera mit zwei Rückenteilen (mit und ohne Distanznetzrahmen).

Der Dreifußunterbau ruht mit seinen Füßen (Stellschrauben) auf der Kopfplatte des Scheibenstatives und kann mittels einer Herz- oder Zentralschraube, welche durch die kreisförmige Zentrierungsöffnung der Stativkopfplatte hindurchgeht, mit dem Stative in fixe Verbindung gebracht werden.

Von der oberen Seite des Unterbaues reicht in die Höhlung der Zentralbüchse des Dreifußes die Spindel der Zentralschraube, welche sich nach oben in drei Arme teilt; diese Arme nehmen drei Schrauben auf, die zur Fixierung der Kamera dienen. Ferner sind Einrichtungen vorhanden, welche wie üblich nach erfolgter Drehung das Feststellen der Kamera, sowie eine Feinbewegung im Horizonte mittels einer Feinschraube ermöglichen.

Die Kamera hat als wesentlichen Bestandteil der Eichbergschen Konstruktion den Distanzmeßrahmen; er ist ein Messingviereck von L-förmigem Querschnitte. Dieser Rahmen ist an der der Platte zugekehrten Seite in der oberen Hälfte mit sehr feinen Drähten aus gehärtetem Stahle, die dem früher berechneten Distanznetze entsprechen, überspannt; diese Drähte werden auf der Außenseite des Rahmens mittels kleiner Schräubchen festgehalten. Analog sind die Drähte in der Richtung der Vertikalen an der oberen und unteren Außenseite befestigt.


Fig. 8.

Der Messingrahmen sitzt in einem größeren hölzernen Rahmen, der seinerseits aus zwei Rahmenteilen besteht, die miteinander mit einem kurzen Balge und an der unteren Kante mit Scharnieren verbunden sind derart, daß sich der rückwärtige Rahmenteil, der in einer Nut die Kassette, respektive Mattscheibe hält, um einen kleinen Winkel von dem mit dem vorderen Rahmenteile fest verbundenen Messingrahmen abheben läßt; in dieser Stellung kann man die Mattscheibe durch die eingesetzte Kassette ersetzen. Wird der Kasettenverschluß nun aufgezogen und der Rahmenteil zugeklappt, so wird die Platte sanft gegen das Drahtdistanznetz angedrückt und ein reines Erscheinen desselben auf der exponierten und entwickelten Platte gesichert.

Der „Netzrahmen" findet in einer Nut und durch eine Schnappfeder an dem Kamerakasten seinen Halt. Will man eine Aufnahme ohne Distanznetz machen, so wird nach Lösung der Schnappfeder der Netzrahmen herausgehoben und durch den gewöhnlichen Rahmen ersetzt.

Durch diese Einrichtung ist man in der Lage, den Apparat gleichzeitig als photogrammetrische, das Distanznetz mitphotograhierende Kamera und als gewöhnliche photographische Kamera zu verwenden.

Das Kamera-Objektiv ist ein Zeiß-Protar. Die Einstellung der Kamera auf die bestimmte Bilddistanz, für welche nämlich das ganze Netz berechnet wurde, ist durch eine Feder mit Knopf, die auf der Seite des Kamerabodens in einem Schlitze schleift und beim Erreichen der angegebenen Bilddistanz einschnappt, fixiert. Außerdem wird der obere Teil des Objektivbrettes durch flache Messingstützen gehalten, um eine Veränderung der Bild-

distanz unmöglich zu machen. Da eine Verschiebung des Objektivmittelpunktes nicht stattfinden darf, ist die richtige Lage des Objektives auf dem Objektivbrette durch Marken gekennzeichnet. In der Höhe des Objektivmittelpunktes ist am Objektivbrette seitlich vom Objektive eine Schnur mit einem Senkel angebracht, der freihängend den Boden berührt, wenn das Objektiv 1·50 *m* über dem Boden sich befindet

Die Horizontierung der Kamera wird mittels Kreuzlibellen erreicht, die an der Seite des Rahmens aufmontiert werden.

Durch diese Konstruktion hat Eichberg erreicht, daß auf dem Negative der Tatbestandsaufnahme das Netz mitphotographiert erscheint; beim Kopieren verzieht sich der mitphotographierte Maßstab in demselben Verhältnisse wie die photographische Aufnahme selbst, weil ja beide auf demselben Papiere kopiert werden.

Eichbergs photogrammetrischer Apparat für „Metrische Photographie" hat eine sehr günstige Aufnahme in Fachkreisen gefunden und liegen über denselben schon heute anerkennende Urteile vor. Wir können uns freuen, daß ein Mitglied der Sektion „Österreich" einen so schönen Erfolg zu verzeichnen hat.

V.

## Photogrammetrisch adjustierte Kamera von Aldis.

Phototheodolite, welche eine photogrammetrisch adjustierte Kamera mit einem geodätischen Instrumente zu einem Ganzen vereinigt enthalten, liefern Horizontal- und Vertikalwinkel nicht nur durch Auswertung der Photogramme, sondern sie gestatten, wie ein jedes Universalinstrument, die genannten Winkel numerisch zu bestimmen. Solche Instrumente werden naturgemäß voluminöser als photographische Kameras und sind kostspielig.

Das Streben vieler Konstrukteure ging nun dahin, durch gewisse Adaptierungen an gewöhnlichen photographischen Apparaten Kameras zu schaffen, welche Photographien liefern, aus denen man die relativen Richtungen mit einer Genauigkeit gewinnen kann, die für viele Zwecke vollends ausreicht, z. B. für die topographischen Arbeiten eines Forschungsreisenden, eines Archäologen, eines Architekten, eines Geographen usw.

Die Firma für photographische Apparate Aldis zu Birmingham in England hat eine Einrichtung für photographische Kameras geschaffen, Aldis-Einsatz (Aldis Patent Photo-Survey-Attachment), der alle Beachtung verdient.

Beschreibung des Apparates. Wie die Fig. 9 zeigt, stellt der Aldis-Einsatz ein Metallgerippe dar, welches das photographische Objektiv mit einer Libelle aufnimmt; diese Vorrichtung läßt sich mit dem Objektivbrette eines gewöhnlichen photographischen Apparates in äußerst bequemer Weise in feste und sichere Verbindung bringen.

Der Einsatz enthält die wichtigsten Teile, welche bei der photogrammetrischen Adjustierung einer Kamera in Betracht kommen; die zusammen-

gehörigen Teile sind in fester gegenseitiger Verbindung. Zur Verringerung des Gewichtes sind alle Metallbestandteile in Aluminium hergestellt. Der Einsatz ist für Platten 9 × 12 *cm* dimensioniert, weil erfahrungsgemäß Apparate

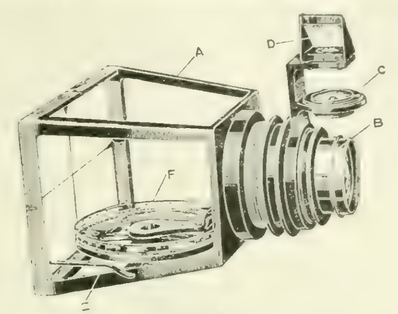



Fig. 9.

mit großen Formaten (adaptierte photographische Kameras) infolge der Winderschütterungen für genaue Arbeiten unzweckmäßig sind.

Die Fig. 10 führt eine Standkamera vor, die mit Aldis-Einsatz versehen ist; die Kassette ist entfernt, der Balg ist so zurückgeschoben, daß

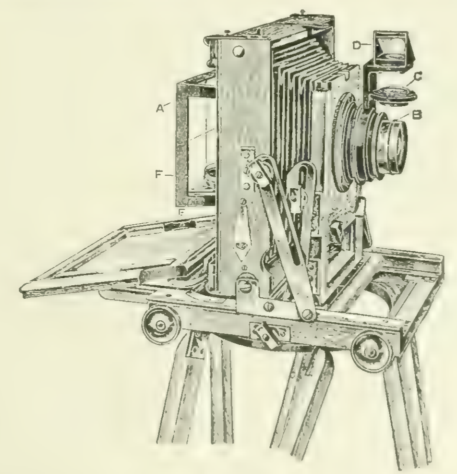



Fig. 10.

man den rückwärtigen Teil des Einsatzes mit den an diesem angebrachten Fäden sehen kann.

In Fig. 11 ist die Libelle samt ihrem Träger zu sehen, wenn dieser von dem Objektive herabgenommen ist.

Der Rahmen $A$ für die Horizont- und Vertikalfäden befindet sich im Innern des Kamerabalges und paßt sich in seiner Form dem Innern der Kamera an. Die rückwärtige Abschlußfläche ist rechteckig und trägt den Horizontal und Vertikalfaden (auch feinen Draht). Dieser rechteckige Rahmen paßt genau in die Öffnung der Kassette, wenn der Deckel herausgezogen ist, so daß die beiden Fäden durch Verschiebung der Kamera auf dem Bodenbrette mit der lichtempfindlichen Schichte in Berührung gebracht werden können. Vier scharfe Marken kennzeichnen die Stellen, an welchen die Fäden auf dem Rahmen befestigt sind, so daß, falls zufällig einer dieser Fäden zerrissen oder verschoben werden sollte, die Horizontal- und Vertikallinie auf den Photogrammen mit Hilfe dieser Marken ersichtlich gemacht werden können.

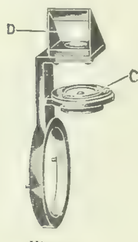


Fig. 11.

Eine sehr sinnreiche Einrichtung besitzt die im Innern der Kamera angebrachte Bussole $F$. Die Magnetnadel, welche eine durchsichtige, aufgebogene Kreisteilung trägt, ist derart in dem Aluminiumrahmen befestigt, daß diese Teilung genau vor dem unteren Ende des Vertikalfadens vorbeischwingt. Die Teilung ist in Graden ausgeführt und bei der Exposition der Platte wird ein Teil dieser Teilung auf dem unteren Teile der Platte, gewöhnlich Himmelsgrund des Negatives, abgebildet, so daß von dem in unmittelbarer Nähe der Platte liegenden Teile der Teilung ein scharfes Bild erhalten wird. Durch diese automatische Einstellung wird der magnetische Meridian der Kameraachse (Objektivachse) im Augenblicke der Exposition festgelegt. Der Hebel $E$, welchen man von außen betätigen kann, setzt die Magnetnadel außer Gebrauch, wodurch die Abnützung der Nadelspitze vermieden wird.

Von Wichtigkeit für die Vertikalstellung der Ebene der Bildfläche (Ebene der Horizontal- und Vertikallinie) ist die Libelle. Die Dosenlibelle $C$ ist auf einem auf das Objektiv aufsetzbaren Arme (Fig. 11) befestigt. Um die Libelle in bestimmter, unveränderlicher Lagebeziehung zu den Fäden zu erhalten, ist ihr Träger mit einem Metallringe verbunden, welcher auf einen hervorragenden, zylindrischen Teil des Rahmens $A$, in welchen auch das Objektiv eingeschraubt wird, aufgeschoben werden kann. Zwei Stifte, die sich an der rückwärtigen Fläche dieses Ringes befinden und in entsprechende Löchelchen des Einsatzes passen, ermöglichen, den Ring mit dem Libellenträger stets in dieselbe Lage zum Objektive, beziehungsweise zur Ebene der Fäden zu bringen. Die Fixierung des Ringes erfolgt durch Einschraubung des Objektives.

Eine vorteilhafte Einrichtung zur Beobachtung der Dosenlibelle bietet der Spiegel $D$, durch welchen man in den Stand gesetzt wird, die Blase, nachdem sie zuerst näherungsweise zum Einspielen gebracht wurde, mit größter Schärfe auf den Normalpunkt einzustellen. In dem Spiegel $D$ erblickt man das Bild der Blase, sowie zwei konzentrische Kreise. Spielt die Blase genau ein, so muß ihr Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte der kon-

zentrischen Kreise zusammenfallen. Durch diese Einrichtung wird die Empfindlichkeit der Libelle, die an und für sich klein ist, nicht unbedeutend erhöht und die erwünschte Genauigkeit in der Lage der Bildebene erreicht.

Eigenschaften des Apparates. Wenn das Objektiv vollkommen in die Fassung des Einsatzes eingeschraubt ist, so muß die optische Achse des Objektivsystems auf der Ebene des Horizontal- und Vertikalfadens, der Bildebene, normal stehen. Ferner müssen die Kameraachse (Achse des Objektives) wirklich horizontal und die Fäden an dem Rahmen wirklich horizontal, beziehungsweise vertikal sein, wenn die Blase der Dosenlibelle einspielt. Für entfernte Objekte fällt die Bildebene mit der Ebene der Fäden und der Fokalebene des Objektives zusammen.

Gebrauch des Apparates. Der Vorderteil der gewöhnlichen Kamera trägt einen sorgfältig ausgedrehten Ring, in welchen der vordere Teil des Einsatzes *A* von rückwärts eingeschoben werden kann. Durch einen Klemmring, welcher dann auf den Vorderteil von *A* geschraubt wird, erfolgt die Feststellung des Einsatzes.

Nun wird die Libelle aufgesetzt, durch Einschrauben des Objektives fixiert und die Adjustierung derart vorgenommen, daß der rechteckige Rahmen, welcher das Fadenkreuz trägt, zentrisch und parallel zur Mattscheibe wird, worauf die Magnetnadel durch den Hebel *E* in Tätigkeit gesetzt wird.

Der Vorderteil der Kamera wird nun solange zurückgeschraubt, bis die Fäden mit der Mattscheibe zusammenfallen; hierauf wird die Kamera noch orientiert und nach der gewünschten Richtung gewendet. Das Bild wird nun auf der Mattscheibe beobachtet, die Kamera selbst im Horizonte gedreht, bis die gewünschten Objekte in das Gesichtsfeld der Kamera gelangen. Nun werden die Fäden soweit nach vorn geschoben, bis man in der Lage ist, die Kassette einzuführen; darauf wird nun der Objektivdeckel aufgesetzt, die Kamera zurückgezogen und dann die Fäden in Berührung mit der lichtempfindlichen Schichte der Platte gebracht. Zum Schlusse wird die genaue Horizontierung vorgenommen, was dadurch geschieht, daß man die Kamera mit freier Hand solange verstellt, bis das Bild der Libellenblase mit den konzentrischen Kreisen in die richtige Lage gelangt.

Die Praxis zeigt, daß die Horizontierung des Apparates in der beschriebenen Weise sehr rasch und mit hinlänglicher Schärfe erfolgt; besondere Horizontierungsvorrichtungen, welche den Apparat verteuern würden, sind nicht empfehlenswert.

Spielt die Libelle ein, so ist die Kameraachse horizontal, die Platte vertikal und die beiden Fäden bilden sich auf der Platte als Horizont- und Vertikallinie des Photogrammes ab.

Auf Tafel VI bringen wir:

Photogrammetrische Aufnahme des Tales Llangollen in England, welche mit der Photokamera von Aldis ausgeführt wurde, und welche uns die Firma Aldis in Birmingham in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt hat.

Der Aldische Einsatz (Survey-Atachement) ist gewiß eine sehr praktische Einrichtung, welche in äußerst einfacher Weise die Adjustierung eines

gewöhnlichen photographischen Apparates für Meßzwecke ermöglicht. Bedenkt man, daß durch Verwendung der **Bridges Lee**schen Idee eine sozusagen automatische Orientierung der Bildebene, bezogen auf den magnetischen, beziehungsweise astronomischen Meridian, ausführbar ist, so kommt der **Aldis**schen Photokamera noch eine erhöhte Bedeutung zu.

Wir hoffen, daß diese Konstruktion eine größere Verbreitung finden wird und dies um so mehr, als die Adaptierungskosten einer gewöhnlichen Kamera keine so hohen sind.

## VI.

## Stereo-Plotter des englischen Leutnants V. Thompson.

Schon im Jahre 1907 wurden vom gegenwärtigen Kapitän damals Leutnant Vivian **Thompson**, der als Lehrer der Topographie an der Militär-Ingenieurschule zu London tätig war, Versuche ausgeführt, um die Methode der Kartierung stereophotogrammetrischer Aufnahmen zu vereinfachen und die Kartierungsarbeiten selbst zu beschleunigen. Hiebei wurde von Thompson ein Instrument ersonnen, und gelangte zur Anwendung, das die Kartierung von Punkten und die Bestimmung der Höhen nahezu automatisch besorgte. Um es vom **Stereokomparator** zu unterscheiden, wurde es **Stereo-Plotter** genannt, da es die Aufgaben des Stereokomparators und Meßtisches vereinigt.

Ein nicht unbedeutendes Verdienst bei der Konstruktion des Apparates fällt **Conrady** vom math.-mech. Institute **Watson & Sons** zu, der das Problem klar erfaßte, auf die Ideen Thompson einging, Verbesserung des zeichnerischen Weges vorschlug und mit größter Sorgfalt die optischen und mechanischen Details ausarbeitete. Dem binokularen Mikroskope fällt bei dem Stereoplotter naturgemäß eine ähnliche Aufgabe zu wie beim Stereokomparator, folglich weist es ähnliche Einrichtungen auf.

Die Ablesungen an den drei Skalen, der Abszissen-, Ordinaten- und Parallaxenskala, sind auf eine einzige Ablesung auf der Parallaxenschraube reduziert; ferner ist eine einzige Einstellung notwendig, um auf einem Zeichenbrette, dessen sonstige Einrichtungen mit dem Stereokomparator in entsprechender Verbindung sind, die Situation der beobachteten Punkte darzustellen und ihre Höhe unmittelbar abzulesen. Auf diese Weise wird die Möglichkeit von Ablesefehlern an Teilungen vermindert und die Raschheit der Kartierung wesentlich gefördert.

Die Figuren 12 und 13 zeigen den **Stereo-Plotter**; die erste bringt ihn in der von der Firma Watson & Sons gegebenen Gestalt zur Darstellung, die zweite gibt eine schematische Skizze desselben.

*M*, *N* ist das binokulare Mikroskop, welches in der Richtung *l m* oder *m l* auf einer Brücke (Fig. 13) verschiebbar ist; die Brücke ist mit der Grundplatte beweglich verbunden. $N_1$, $N_2$ sind Negative; $N_1$ ist beweglich auf dem Hauptschlitten *a b c* befestigt, $N_2$ hingegen ist auf dem Parallaxenschlitten *d e* angebracht, der in dem Hauptschlitten verschiebbar ist.

Der Hauptschlitten *a b c* kann durch das Handrad *g* in Bewegung gesetzt werden und seine Bewegung wird auf das rechts vom Stereokomparator angebrachte Zeichenbrett mit Hilfe einer Schraubenspindel übertragen, die auf eine Schlittenführung *k* wirkt. Ein Knopf oder Stift bei *k* nimmt einen radialen Arm *r k* mit; dieser ist um *r* drehbar. Wenn der Hauptschlitten verschoben wird, so dreht sich der Arm *r k* um den Punkt *r*.

Die Bewegung des Mikroskops erfolgt durch das Handrad *l* und seine Bewegung wird auf das Zeichenbrett mit der Schraubenspindelverzahnung *l m n* übertragen, wobei *m n* auf den Schlitten *p* wirkt. Ein radialer Arm *s p* wirkt durch einen Knopf auf *p*, so daß, wenn das Mikroskop über den Negativen auf- und niederbewegt wird, der Arm *s p* sich entsprechend von einer Seite auf die andere bewegt und dadurch in der Umlegung Elevation und Depression zum Ausdrucke bringt.

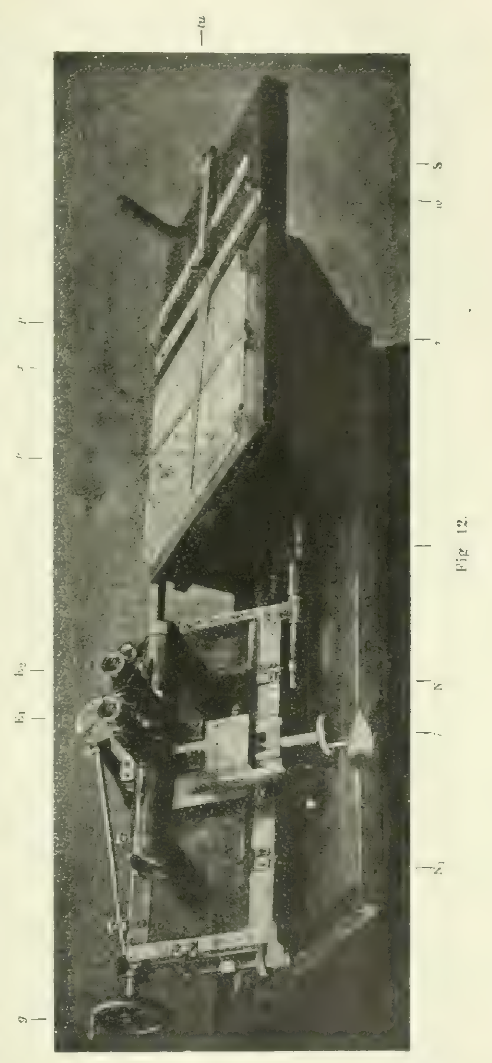


Fig. 12.

Der Parallaxenschlitten *d e* wird durch die spiralförmig geteilte Trommel *f*, welche nach Yards beziffert ist, bewegt. An dieser Trommel können die auf die Basis bezogenen Entfernungen der Punkte für eine bestimmte Länge derselben bei gegebener

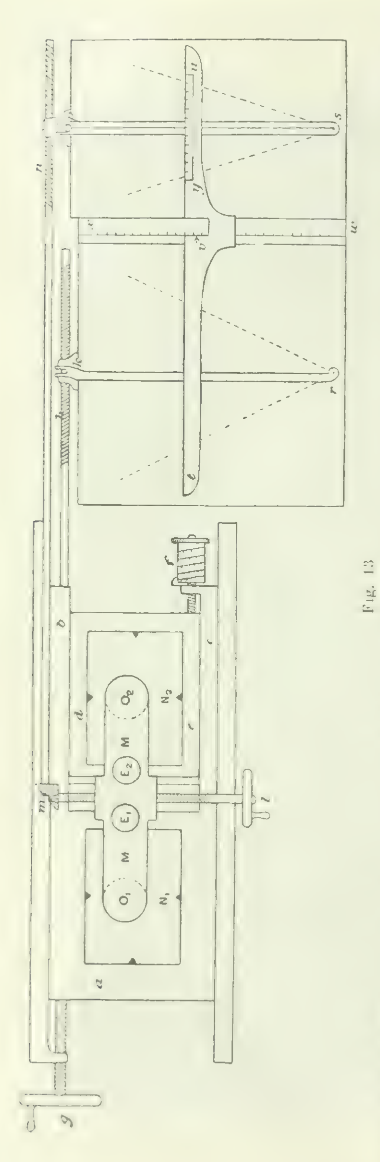


Fig. 13

Brennweite unmittelbar abgelesen werden.

Auf dem Zeichenbrette stellt *w x* eine Yardskala vor, welche zu *r k* und *s p* in der Normalstellung parallel ist.

Wenn *r k* und *s p* der Brennweite der Kameraobjektive entsprechen, so ist zufolge der Theorie der Stereophotogrammetrie und der Funktion des Stereokomparators klar, daß, wenn irgendein Objekt des photographischen Bildes durch die Drehung der Handräder, respektive Schrauben *g*, *l*, *f* in stereoskopische Kombination mit den in den Okularen des Mikroskopes angebrachten Indizes gebracht wird, und wenn *t v u* auf die an der Trommel *f* angezeigte Entfernung eingestellt wird, der Schnitt des Hebels *r k* mit *t v u* die Lage des Punktes im Plane liefert und der Schnitt des Hebels *s p* mit *t v u* an einer passenden Skala *y u* die Höhe in Fuß gibt, und zwar über oder unter dem Horizonte der Kamera des linken Standpunktes.

Aus praktischen Gründen ist die Länge der Arme *r k* und *s p* doppelt so groß als die Linsenbrennweite und mittels rechts- und linksgängigen Schraubenspindeln kann den Schiebern *k* und *p* eine doppelt so große Bewegung erteilt werden.

Die Trommel *f* ist aus Gründen der Einfachheit nach Yards geteilt, und zwar für eine Basis von 100 Fuß und eine Brennweite von 6 engl. Zoll, kann aber für jede beliebige Basis und Brennweite verwendet werden.

Die Skala *w x* besitzt irgendeine Maßeinheit, gewöhnlich 2 Zoll auf eine Meile; sie gestattet, Objekte bis auf 6 Meilen Entfernung zu kartieren. Gewöhnlich ist eine 200 bis 300 Fuß lange Basis erforderlich, in welchem Falle bei *w x* eine Skala mit 4 oder 6 Zoll für eine Meile angebracht werden muß.

um ein Resultat im Maßstabe von 2 Zoll = 1 Meile zu geben. Für irgendeine andere Basislänge muß bei $w\ x$ eine Skala angebracht werden, deren Intervalle proportional zur Basis sind.

Die vorteilhafteste Einrichtung wäre eine elastische Skala; da es bis jetzt nicht gelungen ist, in dieser Richtung zufriedenstellende Resultate zu erzielen, wurde eine Anzahl Skalen für verschiedene Maßeinheiten auf photographischem Wege hergestellt, um dann je nach Bedarf verwendet zu werden.

Der größte Vorteil, den das stereophotogrammetrische Verfahren der gewöhnlichen photogrammetrischen Methode der Intersektion gegenüber aufweist, liegt wohl darin, daß nicht wie bei der letzteren nur die auf beiden Photogrammen festgestellten identen Punkte zur Rekonstruktion verwendet werden können, sondern daß alle im Mikroskope des Stereokomparators im plastischen Raumbilde wahrgenommenen Punkte sowohl ihrer Situation als Höhe nach sich unzweideutig sicher bestimmen lassen. Welch enorme Ersparnis an Zeit und Arbeit gewährleistet nicht die Stereophotogrammetrie, und doch sind die Feldarbeit hiebei sowie die verwendeten Instrumente durchaus nicht kompliziert!

Der Stereo-Plotter des Kapitäns Thompson kann wohl als ein einfacher Apparat bezeichnet werden, der es wirklich mit einfachen Mitteln ermöglicht, eine rasche Kartierung von stereophotogrammetrischen Aufnahmen auszuführen.

Die Publikation dieser schönen Erfindung erfolgte in dem Aufsatze:

„Stereo-Photo-Surveying" in dem offiziellen Organ der englischen Militärverwaltung: „Research Department", February 21, 1908 und in „The Geographical Journal", London, Mai 1908.

---

## Hauptversammlung der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie", Wien, Oktober 1912.

In der Zeit vom 28. bis eventuell inklusive 31. Oktober d. J. wird die Hauptversammlung der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" abgehalten.

In das Programm derselben sind aufgenommen:

1. Begrüßungsabend der Teilnehmer;
2. Zwei Tage, ausgefüllt mit Verhandlungen, Vorträgen und dem Besuche der gleichzeitig stattfindenden Ausstellung;
3. Fachwissenschaftliche Exkursionen.

Der Begrüßungsabend, die Vorträge und Verhandlungen finden in den Lokalitäten des „Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines" statt, während die Ausstellung in den Räumen der k. k. Technischen Hochschule untergebracht wird.

Die Anmeldungen zur Teilnahme, zur Abhaltung von Vorträgen und zur Beteiligung an der Ausstellung, welche photogrammetrische Instrumente und ausgeführte photogrammetrische Arbeiten enthalten wird, sind ausnahmslos an den Obmann der Gesellschaft: Hofrat Prof. E. Doležal, Wien IV., k. k. Technische Hochschule, bis unbedingt längstens 30. September d. J. zu richten.

Der Mitgliedsbeitrag ist noch nicht fixiert, wird aber voraussichtlich den Betrag von 20 Kronen nicht überschreiten.

Da die Vorträge in Druck gelegt und zur Zeit der Hauptversammlung bereits im 3. Hefte des III. Bandes des „Internationalen Archivs für Photogrammetrie" zur Publikation gelangen sollen, werden jene Herren Vortragenden, welche auf die sofortige Veröffentlichung ihrer Vorträge Wert legen, ersucht, die druckfertigen Manuskripte samt den dazu gehörenden zeichnerischen Beilagen in reproduktionsfähigem Zustande bis längstens 15. September d. J. dem oben genannten Obmanne zu übermitteln.

Die offiziellen Einladungen werden im Laufe des Monates Juli versendet.

Die Teilnahme an der Versammlung ist an die Mitgliedschaft nicht gebunden.

---

## Kleinere Mitteilungen.

**IV. Ferienkurs in Stereophotogrammetrie in Jena,** vom 5. bis 10. August 1912, veranstaltet von Dr. C. Pulfrich-Jena.

Diejenigen Herren, die sich bis zum 27. Juli angemeldet haben, erhalten ihre Teilnehmerkarte und Platzkarte vorher zugesandt.

Diejenigen Herren, die sich nach diesem Termin zur Teilnahme an dem Kurs entschließen, erhalten Teilnehmerkarte und Platzkarte am Montag den 5. August gegen Erlegung des Honorars von 25 Mark in dem Bureau des Ferienkursus ausgehändigt.

Die Platzkarten für die Vorträge werden verteilt in der Reihenfolge der definitiven Anmeldung.

Sämtliche Herren, auch diejenigen, die bereits im Besitze der Teilnehmerkarte und der Platzkarte sind, werden gebeten, sich in dem Bureau des Ferienkursus zum Einzeichnen in die Präsenzliste und zur Entgegennahme verschiedener Druckschriften einzufinden.

Das Bureau befindet sich im Volkshause (Carl Zeißplatz) und ist geöffnet: Montag den 5. August, vormittags 8 bis 9 Uhr und nachmittags 12 bis 1 Uhr.

Empfehlenswerte Hotels in Jena:

Hotel Fürstenhof, Hotel zum Bären, Hotel zur Sonne, Hotel Deutsches Haus.

Ein Verzeichnis von Privatlogis (Studentenwohnungen) wird im Bureau des Ferienkursus zur Einsicht aufliegen.

Eine zeitige Vorausbestellung der Wohnung ist zu empfehlen, weil um die gleiche Zeit die von etwa 600 Teilnehmern besuchten Ferienkurse der Universität Jena stattfinden.

Die Vorträge und Demonstrationen finden statt im sogenannten „kleinen Saale" des Volkshauses der Carl Zeißstiftung. Die Übungen werden ebenda und bei gutem Wetter im Freien, in der näheren Umgebung von Jena, abgehalten.

Beginn der Vorträge jedesmal vormittags 9 Uhr c. t.

Tagesordnung.

Montag den 5. August, vormittags 9 bis 12 Uhr.

Die optisch-physiologischen Grundlagen des stereoskopischen Sehens. Erweiterung der durch Augenabstand und Sehschärfe gegebenen natürlichen Grenzen. Das stereoskopische Meßverfahren mit Skala und wandernder Marke.

Übungen am Stereoskop mit Prüfungstafel und Stereomikrometer.

Neues Spiegelstereoskop für große Bilder.

Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie. Der Normalfall in der Stereophotogrammetrie. Feld- und Standphototheodolite. Stereokomparatoren.

Berechnung der Lage und der Höhe eines Punktes. Wahl der Standlinie. Übungen am Stereomikrometer (Ausmessung des Landschaftsbildes Nr. 11).

Nachmittags 3 Uhr pünktlich.

Versammlung vor dem Volkshause und Abmarsch in das Gelände unter Führung des Herrn Dipl.-Ing. Schneider. Übungsbeispiel einer stereophotogrammetrischen Aufnahme.

Dienstag den 6. August, vormittags 9 bis 12 Uhr.

Messung einer Standlinie. Mikrometrische Messung mit einer Basis am Ziel. Dasselbe mit einer Basis beim Beobachter (Streckenmeßtheodolit). Meßlatten und Visierscheiben. Kreislinie und Doppelstrich als Einstellmarke im Fernrohr. Horizontaler Glaskreis und Schätzmikroskop. Stative. Orientierungstischchen.

Die Hilfsmittel der Kartierung für den Normalfall in der Stereophotogrammetrie. Herstellung von Profilen, Schichtlinien und Plänen.

Übungen im Saale und auf dem freien Platz vor dem Volkshause.

Nachmittags $2^3/_4$ Uhr pünktlich.

Versammlung auf dem Holzmarkt und Abfahrt mit der Elektrischen ins Gelände bei Zwätzen. Praktische Übungen; topographische Aufnahmen mit großer Standlinie; Hilfsbasen; zwei und drei Standlinien; Aufnahmen mit gleichmäßig nach links und nach rechts verschwenkten und mit beliebig gerichteten horizontalen Achsen. Heimfahrt mit der Elektrischen oder mit der Bahn von Zwätzen. Die Elektrische fährt halbstündig.

Mittwoch den 7. August, vormittags 9 bis 12 Uhr.

Die bisher erhaltenen Resultate auf dem Gebiete der Stereophotogrammetrie. Vorführung von fertigen Plänen. Neue Wellenaufnahmen (Helgoland). Geschoßaufnahmen (Pola, Essen). Die Vermessung vom Schiff (und Luftschiff) aus. Vermessung von nahen Gegenständen (Stereometer), Herstellung von Büsten. Ausmessung von Röntgenbildern.

Übungen am Stereokomparator und am Zeichenbrett.

Am Mittwoch Nachmittag

ist den Kursteilnehmern Gelegenheit gegeben zur Besichtigung der Zeißschen Werkstätte unter sachkundiger Führung. Hiebei werden auch die von Herrn Ingenieur Wild angegebenen

neuen Nivellierinstrumente und Theodolite

zur Vorführung gelangen.

Versammlung um 2 Uhr im Empfangszimmer der Firma Carl Zeiß (Eingang Ernst Abbestraße).

Donnerstag den 8. August, vormittags 9 bis 12 Uhr und nachmittags 3 bis 6 Uhr.

Die Apparate zur automatischen Aufzeichnung von Höhenkurven (Deville, Thompson und von Orel). Der von Orelsche Stereoautograph, Modell 1909, für den Normalfall in der Stereophotogrammetrie.

Fortfall der Bedingung, daß die Platten in einer Ebene liegen müssen, und die für beliebig gerichtete horizontale Achsen erforderlichen Auftragapparate.

Übertragung von Punkten ohne Ablesung der Maßstäbe mit Hilfe des Stereokartographen.

Neue Form des Stereoautographen, erläutert an Zeichnungen, Photographien und Modellen.

Erläuterung und Demonstration der Kurven gleicher Parallaxe für beliebig gerichtete Achsen.

Übungen und Messungen.

Im Laufe des Nachmittags wird Herr Dr. Lehmann seine Einrichtung für stereoskopische Projektion vorführen. Die Zeit wird noch näher bekanntgegeben. Die Vorführung findet statt im Projektionskeller der Firma Carl Zeiß (Eingang Ernst Abbestraße).

Freitag den 9. August, vormittags 9 bis 12 Uhr und nachmittags 3 bis 6 Uhr.

Stereoskopische Monduntersuchungen (Aufnahme mit konvergenten Achsen). Neue Phototheodolite für Forschungsreisende, für Ingenieure und Topographen. Phototheodolite für die stereophotogrammetrische Aufnahme von Nordlichtern, Sternschnuppen und Wolken.

Die beiden Stereokomparatoren *A* und *B* und ihre Nutzbarmachung für den monokularen Gebrauch. Blink-Mikroskop. Studium der Gletscherbewegungen, von Boden-Hebungen und -Senkungen usw. Spektrokomparator und Photometer. Monokulares Vergleichsmikroskop mit verschiebbaren Objektiven.

Übungen und Messungen

Abends 8 Uhr bei Göhre am Markt.

Gemeinsames Abendessen. Preis für das trockene Couvert 2 Mark. Anmeldungen hiefür nimmt entgegen Herr Dipl.-Ing. Schneider, Jena, Knebelstr. 11 III.

Sonnabend den 10. August, vormittags 9 bis 12 Uhr.

Übungen im Volkshause und Besuch des Glaswerks Schott und Gen. unter sachkundiger Führung.

Mittag 12 Uhr Schluß des Kursus.

**Giuseppe Pizzighelli** †. In Florenz ist am 15. April d. J. G. Pizzighelli, der in photographischen Kreisen bekannte Forscher, nach kurzer Krankheit gestorben. G. Pizzighelli, geboren am 28. Dezember 1849 als Sohn eines österreichischen Militärarztes in dem zu Österreich gehörigen Mantua, besuchte die Kadettenschule zu Marburg, dann die Genieakademie zu Klosterbruck bei Znaim und wurde im Jahre 1869 als Leutnant der Genie ausgemustert. In Krems, wo er bis zum Jahre 1878 beim 2. Genieregimente diente, begann er sich mit der Photographie zu beschäftigen und wurde als vorzüglicher Amateurphotograph bald bekannt. Seine photographischen Arbeiten lenkten die Aufmerksamkeit auf den jungen Genieoffizier und als Hauptmann wurde er mit der Leitung der photographischen Abteilung des technisch-administrativen Militärkomitees in Wien betraut, in welcher Stellung er bis zum Jahre 1884 verblieb.

Vom Jahre 1884 an sehen wir ihn bei den Geniedirektionen in Banjaluka und Triest, von 1889 bis 1893 wirkte er als Geniedirektor in Ragusa, wo er zum Major avancierte. Er kam dann nach Graz und schließlich nach Przemysl; er schied aus dem Heeresverbande mit dem Titel eines Oberstleutnants und zog sich nach Florenz in den wohlverdienten Ruhestand zurück.

Mit seltenem Eifer pflegte er die Photographie auch hier, wurde Präsident und hierauf Ehrenpräsident der „Società fotografica italiana" und Chefredakteur des Vereinsorganes: „Bulletino della società fotografica italiana".

Pizzighelli war ein äußerst fruchtbarer Schriftsteller. Während seines Wiener Aufenthaltes entstand eine Reihe wertvoller Arbeiten, die er selbständig oder gemeinsam mit Dr. J. M. Eder oder Baron Hübl herausgab, so

Beiträge zur Photochemie des Chlorsilbers, Wien 1881,

Die Photographie mit Chlorsilbergelatine und chemischer Entwicklung, Wien 1881,

Anthrakotypie und Zyanotypie, Wien 1881,

Die Platinotypie, ein Verfahren zur raschen Herstellung haltbarer Kopien mit Platinsalzen auf photographischem Wege, Wien 1882,

Die Aktinometrie oder die Photometrie der chemisch wirksamen Strahlen, Wien 1883.

Durch sein größeres „Handbuch der Photographie für Amateure und Touristen", Halle a. S. 1886 bis 1887, das 1891/93 dreibändig erschien, hat sich Pizzighelli ein großes Verdienst erworben. Sein Lehrbuch: „Anleitung zur Photographie für Anfänger" gehört neben den Werken ähnlicher Tendenz von David und Vogel zu den besten Publikationen auf diesem Gebiete.

Der dritte Band seines „Handbuches der Photographie" ist den Anwendungen der Photographie gewidmet und hat hier die Photogrammetrie einen weiten Raum zugewiesen erhalten. Pizzighelli gibt die Theorie, zeigt die Rekonstruktion für geodätische Zwecke und bespricht die Anwendungen der Photogrammetrie; er befaßt sich auch eingehender mit der Verwertung der Ballonaufnahmen und geht da näher ein auf die Bestrebungen Meydenbauers in dieser Richtung. Es ist unstreitig ein großes Verdienst Pizzighellis, daß er zu einer Zeit, wo die Photogrammetrie noch wenig bekannt war, ihre Bedeutung erfaßte und ihr in seinem viel gelesenen Buche einen würdigen Platz einräumte.

Pizzighelli hat auch viele Arbeiten in italienischer Sprache veröffentlicht; ein zweibändiges „Lehrbuch der Photographie" befindet sich unter der Presse. Groß ist die Zahl von Originalartikeln, die Pizzighelli für die „Photographische Korrespondenz" in Wien, für die Zeitschrift „Bulletino della società fotografica italiana" und andere Zeitschriften verfaßte.

Pizzighellis rastlose Arbeit wurde vielfach anerkannt; er erhielt auf der internationalen photographischen Ausstellung in Wien die goldene Medaille, die Wiener photographische Gesellschaft ehrte ihn durch Verleihung der silbernen Medaille, sie ernannte ihn im Jahre 1901 zum Ehrenmitgliede usw. Bei photographischen Ausstellungen, bei Kongressen Italiens war Pizzighelli in hervorragendem Maße tätig und bekleidete hohe Ehrenstellen.

Durch den Tod Pizzighellis erleidet die Photographie einen großen Verlust, insbesondere beklagt die „Società fotografica italiana" den Verlust eines ihrer tätigsten Mitglieder und Förderer. Friede seiner Asche!

**Freunde der Photogrammetrie in Mähr.-Neustadt.** Der technische Oberoffizial J. Tschamler, einer der Gründer der „Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie" und bekannt in Fachkreisen durch die meisterhaft ausgeführten phototopographischen Rekonstruktionsarbeiten, hat sich nach Mähr.-Neustadt, seinem Geburtsorte, in den Ruhestand zurückgezogen. Seiner Initiative und seiner jugendlichen Begeisterung für die Photogrammetrie ist es zu danken, daß heute in Mähr.-Neustadt, einem netten Städtchen Deutsch-Mährens, ein Kreis von Freunden der Photogrammetrie an der Arbeit ist.

Da Tschamler in der letzten Zeit um die Verwertung der Ballonaufnahmen bemüht war, so ist es erklärlich, daß seine Schülerschar in derselben Richtung tätig ist und die Bestrebungen ihres Meisters unterstützen will. Es wurden bereits einige Drachen gebaut und erprobt, welche die photogrammetrischen Apparate in gewünschte Höhen bringen sollen. Gymnasialprofessor Grohmann hat einen eigenen Panoramenapparat für Ballonaufnahmen konstruiert und der Baumeister Hübner ist daran, einen zwanzigfachen Apparat für diese Zwecke zu bauen.

Zu Ostern hat Tschamler in der Umgebung von Mähr.-Neustadt praktische Übungen aus der terrestrischen und Aerophotogrammetrie mit Drachen ausgeführt.

Zwei Architekten von Neustadt arbeiten an der Auswertung der photogrammetrischen Aufnahmen, welche der Assistent des Hofmuseums Dr. V. Pietschmann auf seiner Reise in Mesopotamien gemacht hat (siehe Seite 147).

Es wäre zu wünschen, daß sich Männer finden, die mit derselben Freude und Hingabe wie Tschamler die „Photographische Meßkunst" fördern würden.

dann stünde es ganz anders um unsere Sache, dann wäre der Kreis der Freunde und Förderer der Photogrammetrie ein weit größerer.

**„Cercle des spécialistes de Photogrammétrie à St. Pétersbourg."** So benennt sich eine Vereinigung von Freunden der „Photographischen Meßkunst" in St. Petersburg, welche der Geodät Vital Wischnewsky, staatlicher Chefgeometer des Gouvernementes St. Petersburg, im verflossenen Jahre gegründet hat. Wie uns der Gründer selbst mitteilt, ist die Zahl der Interessenten unseres Faches in den Militär- und Zivilkreisen Rußlands eine nicht unbedeutende und Wischnewsky hofft, daß es ihm gelingen wird, die Gesellschaft mit Erfolg in den Dienst der Photogrammetrie zu stellen und Anhänger der Photogrammetrie in Rußland um sich zu scharen.

Wir wünschen der neuen Vereinigung den besten Erfolg und geben der Hoffnung Raum, daß wir diese Körperschaft in nicht allzulanger Zeit als Sektion „Rußland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" werden begrüßen können.

**Expedition des Architekten Kmunke nach Britisch-Ostafrika und Uganda.** Im letzten Hefte des Archives (S. 69) berichteten wir über eine österreichische wissenschaftliche Expedition, welche der bekannte Sportsmann Architekt Rudolf Kmunke im Oktober des verflossenen Jahres auf eigene Kosten ausgerüstet und der sich der Universitätsdozent Dr. R. Stiegler zwecks rassenphysiologischer Studien angeschlossen hat. Am 18. April ist nun Kmunke in Wien eingetroffen und äußert sich über seine Forschungsreise sehr befriedigt. Neben den vielfachen rassenphysiologischen Studien und Experimenten Dr. Stieglers ist die Ausbeute an botanischen, zoologischen und ethnologischen Objekten eine sehr große, so daß Kmunke in die angenehme Lage kommen wird, so manche Universitätssammlung in namhafter Weise zu bereichern.

Was uns ganz besonders interessiert, ist die Tatsache, daß Kmunke auf seiner Forschungsreise zahlreiche kartographische und astronomische Aufnahmen ausgeführt hat, wobei der Stereophotogrammetrie eine ganz bedeutende Rolle zufällt. Wir hoffen im nächsten Hefte in der Lage zu sein, über diese Arbeiten näheres berichten zu können.

**Gletschervermessungen gelegentlich der Forschungsreise des Prinzen Ludwig Amadeus von Savoyen nach dem Karakorum.** Über die letzte Forschungsreise des Herzogs der Abruzzen, die er in die Karakorumkette unternommen hat, liegt der erste authentische Bericht vor: Viaggio di esplorazione nei monti del Karakoram, Turin 1910. Diesem Berichte ist zu entnehmen, daß die Expedition sich um die gründliche Erforschung und genaue kartographische Aufnahme des Baltorogletschers und seiner höchsten Einzugsgebiete besonders bemühte. Der Baltorogletscher nächst Umgebung wurde photogrammetrisch vermessen. Die bezüglichen Arbeiten lagen in den bewährten Händen des Leutnants Marchese Federico Negrotto, der hiebei von dem Meister der Hochgebirgsphotographie Vittorio Sella und Dr. Filippo de Filipi unterstützt wurde. Die Aufnahme wurde von 22 Stationen mit einem Phototheodolite italienischer Provenienz ausgeführt; im ganzen wurden 106 Platten im Format 18 × 24 *cm* verwendet, von denen keine einzige wertlos wurde. Es wurde besonders Wert darauf gelegt, daß die beiden Arme des Godwin-Austen-Gletschers, das große Bassin, wo letzterer, der Golden Thronegletscher und der Vignegletscher in dem Baltoro zusammenfließen, und endlich die Umwandung des Golden Thronegletschers derart aufgenommen werden konnten, daß ein komplettes und naturtreues Relief in der Kartendarstellung erzielt werde. Auch das Tachymeter kam bei diesen Aufnahmen zur Verwendung, um verläßliche geodätische Grundlagen zu schaffen.

Wie mitgeteilt wird, soll es gelungen sein, bessere, genauere Darstellung des Baltorogletschers und seiner nächsten Umgebung gewonnen zu haben, als in den Blättern des Great Trigonometrical Survey of India und in der Karte von Sir Martin Conway (1892).

Wir dürfen von dem in Vorbereitung begriffenen großen Reisewerke wertvolle geographische Dokumente erwarten, zu deren Entstehung die Photogrammetrie redlich beigetragen hat.

**Photogrammetrische Arbeiten in Argentinien.** Der Generalstab des argentinischen Heeres hat mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche die Photo- und Stereophotogrammetrie für die topographische Aufnahme des Landes und für militärische Zwecke haben, Versuchsarbeiten angeordnet, mit welchen der Geodät im Generalstabe des argentinischen Heeres Dr. W. Schulz betraut wurde. Dr. Schulz hat die Ortschaft Tandil samt Umgebung in fünf Tagen Feldarbeit bewältigt und eine Karte im Maße 1 : 25.000 ausschließlich auf Grund der gewonnenen Stereobilder angefertigt.

Die Versuchsaufnahmen sind sehr gut ausgefallen und es ist berechtigte Hoffnung vorhanden, daß die photographischen Methoden definitiv in den Dienst der topographischen Landesaufnahme gestellt werden.

**Photogrammetrische Arbeiten in Deutsch-Südwestafrika.** Aus einem Berichte, den der Chef der kgl. preußischen Landesaufnahme im Zentraldirektorium der Vermessungen erstattet hat, ist zu ersehen, daß in Deutsch-Südwestafrika systematisch weitausgreifende photogrammetrische Arbeiten seit mehreren Jahren ausgeführt werden. Der Umfang dieser Arbeiten konnte an der Hand eines Übersichtsblattes der Krokierblätter verfolgt werden.

Es ist sehr erfreulich, daß die photographische Meßkunst von der kgl. preußischen Landesaufnahme in den Dienst der Vermessung in den Kolonien gestellt wurde; wir zweifeln nicht, daß die photographischen Methoden mit gutem Erfolge abschließen werden.

**Internationale Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt. Tagung zu Wien im Juni 1912.** Im letzten Hefte des Archives (S. 71) haben wir in den „Kleineren Mitteilungen" über die Wiener Flugausstellung 1912 sowie über den Internationalen aeronautischen Kongreß, welche beide Veranstaltungen mit dem großen Wettflug Berlin—Wien in Verbindung stehen, Mitteilung gemacht. Nun hat in den ersten Junitagen in Wien auch die Tagung der „Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt" stattgefunden, an der eine große Anzahl von Männern teilgenommen hat, die auf dem Gebiete der Aviatik und aller jener Wissenschaften, welche damit zusammenhängen, tätig sind. Die meisten dieser Männer der Wissenschaft treiben wohl keine praktische Aviatik, sondern sie wollen nur die Wege suchen und bahnen, welche die kühnen Pioniere der Luftschiffahrt einschlagen sollen oder bereits eingeschlagen haben. Dieser Teil der Arbeit, welche in erster Linie die Meteorologen besorgen, ist wohl sehr wichtig, denn nur wenn wir wissen, was in den Lüften vorgeht, wenn wir die Gesetze kennen, welche die Luftströmungen beherrschen, können wir zu einer wirklichen Eroberung der Luft kommen, ein Ziel, von dem man wohl heute noch sehr weit entfernt ist.

Es hätte wohl alle Freunde der „Photographischen Meßkunst" gefreut, wenn die Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt auch der Photogrammetrie ihre Aufmerksamkeit zugewendet hätte; denn es wird niemand bestreiten wollen und können, daß ein Vermessungsluftschiff nicht in der Lage wäre, wissenschaftliche Luftschiffahrt zu fördern.

**Denkmalrat und Staatsdenkmalamt in Österreich.** Das von der Zentralkommission für Kunst- und historische Denkmale in Wien schon vor längerer Zeit vorbereitete Statut, wonach ein Denkmalrat und Staatsdenkmalamt ins Leben tritt, hat die kaiserliche Genehmigung erfahren und ist bereits in Wirksamkeit getreten. Das wachsende Interesse, welches in den letzten Jahren, wie in den meisten europäischen Staaten, so auch in Österreich der Erhaltung der Geschichts- und Kunstdenkmale zugewendet wurde, hat dazu geführt, daß die maßgebenden Faktoren sich in intensiver Weise mit den einschlägigen Fragen beschäftigt und daß die budgetären Mittel für den Denkmalschutz eine beträchtliche Steigerung erfahren haben. Um nun die zur Ausübung der staatlichen Fürsorge für diese Denkmale in erster Linie

berufene Zentralkommission ihren gesteigerten Aufgaben entsprechend auszugestalten, hat sich eine durchgreifende Reorganisation dieser Kommission als erforderlich herausgestellt, die in dem neuen Statut ihren Ausdruck findet. Die nunmehr den Namen „Zentralkommission für Denkmalpflege" führende Kommission, an deren Spitze ein Protektor steht und deren Geschäfte von einem Präsidenten, beziehungsweise zwei Vizepräsidenten geleitet werden, wird aus einem beratenden Organ, dem „Denkmalrat" und einem Exekutivorgan, dem „Staatsdenkmalamt" bestehen, welch letzteres aus kunsthistorisch gebildeten, technisch geschulten und rechtskundigen Beamten gebildet ist. Als wichtigste Funktionäre gehören dem Staatsdenkmalamte die bereits seit einer Reihe von Jahren bestens bewährten Generalkonservatoren an.

Diesem Staatsdenkmalamte untergeordnet werden in den einzelnen Ländergebieten je ein technischer und kunsthistorischer Landeskonservator bestellt werden, welche die rasche und zweckmäßige Ausübung des Denkmalschutzes zur Durchführung zu bringen haben. Zur Unterstützung der Landeskonservatoren erscheinen nach diesem Statut „Denkmalpfleger" berufen, denen eine ähnliche Funktion zufallen wird wie den bisherigen Konservatoren.

An die Zentralkommission soll ein kunsthistorisches Institut angegliedert werden; diesem wird vor allem die Aufgabe zufallen, die fachliche Heranbildung von Organen für die Denkmalpflege zu vermitteln und neben sonstiger fachliterarischer Tätigkeit die Herausgabe der wissenschaftlichen österreichischen Kunsttopographie fortzusetzen und durchzuführen.

Durch diese Reform, von welcher für die Förderung des Denkmalschutzes in Österreich neue kräftige Impulse erhofft werden dürfen, soll auch der in näherer Aussicht stehenden gesetzlichen Regelung des Denkmalschutzes zweckdienlich vorgearbeitet werden.

Was die Photogrammetrie im Dienste der Denkmalpflege und speziell zur Sicherung des Bestandes an Baudenkmälern zu leisten vermag, hat die Königliche Meßbildanstalt zu Berlin, welche vor nicht allzu langer Zeit das 25jährige Jubiläum ihres Bestandes gefeiert hat, klar erwiesen und ihre Erfolge dürften wohl den maßgebenden Faktoren Österreichs, die sich vor der Durchführung der geplanten Ausgestaltung der Zentralkommission mit allen einschlägigen Fragen befaßt haben mußten, nicht unbekannt geblieben sein. Wenn auch bei dem Denkmaltage, der im verflossenen Jahre in Salzburg getagt hatte, sowie in dem neuen Statute der Zentralkommission die Photogrammetrie nicht zu ihrem Rechte kam, so sind wir überzeugt, daß einsichtsvolle und weitblickende Funktionäre der genannten Kommission ihr jene Stellung im Rahmen dieser wichtigen Institution zuweisen werden, die ihr unstreitig schon seit Jahren gebührt hätte.

**Kinematographie von Schallstößen.** In den letzten Jahren hat die „Photographische Meßkunst", die Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie, an Anwendungsterrain gewonnen. Genau so, wie es kaum einen Zweig der Naturwissenschaft und Technik gibt, in dem die Photographie nicht eine wichtige Rolle spielte, genau so kann man überall da Probleme der Photogrammetrie auftauchen sehen, die von hohem Interesse sind. Zweifellos werden Reihenaufnahmen, für welche sich vielleicht in erster Linie die Methoden der Stereophotogrammetrie eignen werden, über viele wichtige naturwissenschaftliche Fragen Aufschluß bringen.

So haben im verflossenen Jahre die Gebrüder Viktor Henri und Samuel Liftschitz für die Kinematographie neue Anwendungen eröffnet. Vorerst untersuchten sie auf kinematographischem Wege die Verschiebung der ultramikroskopischen Teilchen, die von sehr rasch aufeinanderfolgenden Schallstößen erzeugt wird. Die kinematographische Registrierung dieses Phänomens ergab folgende Resultate: Die Lageveränderungen der ultramikroskopischen Teilchen ist auf Erschütterungen zurückzuführen, die sich in der Luft fortpflanzen, d. h. auf mechanische Wirkung. Die Erscheinung ist unabhängig von der elektrischen Ladung der Teilchen, sie findet z. B. sowohl mit den negativ geladenen Teilchen von Tabakrauch statt, als auch

mit den elektrisch neutralen Teilchen von Ammoniumchlorid. Teilchen, die voneinander 20 bis 30 $\mu$ entfernt sind, verschieben sich oft in entgegengesetzter Richtung. Dies deutet darauf hin, daß unter dem Einflusse der Luftstöße die Bildung von sehr kleinen Strahlenwirbeln eintritt. Die Verschiebungen der Teilchen erfolgen rascher und sind größer als die auf die Brownsche Bewegung zurückzuführenden Lageveränderungen.

**Kinematographie der menschlichen Stimme.** Die vorerwähnte Erfindung wurde von Samuel Liftschitz dahin erweitert, die menschliche Stimme zu kinematographieren. Liftschitz hat seine Versuche bereits in Rußland begonnen und sie später in einem physikalischen Laboratorium an der Sorbonne in Paris fortgesetzt. Jetzt endlich ist er soweit gelangt, daß er ein kleines Modell, das er gemeinsam mit Dr. Henry hergestellt hat, einer kleinen Versammlung von Gelehrten und Freunden der Wissenschaft vorführen konnte. Der Gang des Verfahrens ist folgender: Die Klangschwingungen der Stimme treffen auf eine Membran und werden von dieser in der Form leuchtender Bilder durch einen kleinen Spiegel auf einen photographischen Film geworfen, der mit großer Geschwindigkeit als ein Band bewegt wird. Dadurch entsteht eine fortlaufende photographische Aufnahme. Der Film ist so hergerichtet, daß seine Oberfläche dort, wo sie von der Lichtwirkung getroffen wird, in einen harten und unlöslichen Zustand übergeht, während die übrigen Teile weich bleiben und fortgewaschen werden können.

Um nun die Stimme wieder herzustellen, wird der Film vor einem Spalt vorübergeführt, aus dem ein Luftstrom austritt. Wo dieser auf den Film trifft, wird er durch die verschiedenen Formen auf dessen Oberfläche in die entsprechenden Schallschwingungen verwandelt.

Professor Dastre, in dessen physikalischem Institute diese Arbeiten ausgeführt worden sind, verspricht der Erfindung eine große Zukunft, da nach seiner Meinung nach Überwindung der technischen Schwierigkeiten die Ergebnisse noch besser sein werden als bei den mechanischen Phonographen nach Edinsonschem Muster.

**Verwertung von photographischen Ballonaufnahmen des Meeresgrundes.** Über eine nicht uninteressante Auswertung von Ballonaufnahmen hat ein niederländisch-indisches Blatt vor kurzer Zeit berichtet. Der Ballon „Batavia" machte an der Küste des Javameeres und entlang den Mündungen der sich darin ergießenden Flüsse eine Fahrt, bei der man vom Ballon aus durch das Wasser eine genaue photographische Aufnahme des Meeresbodens mit seinen Erhöhungen und Tiefen, Klippen usw. herstellen konnte. Es war, als ob die Luftschiffer eine Karte des Meeres unter sich ausgebreitet hätten. Ein indischer Marineoffizier hat nun, dadurch angeregt, in einer Schrift die Regierung aufgefordert, diese Erfahrungen für die Untersuchungen des Fahrwassers der indischen Meere auszunützen, die bis jetzt noch in sehr ungenügender Weise untersucht seien; denn abgesehen davon, daß mit dieser Methode viel Zeit, Geld und Mühe erspart werden könne, dürfe man auch auf eine größere Sicherheit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse der Tiefseeforschung rechnen. Dieser Gedanke scheint an maßgebender Stelle auf empfänglichen Boden gefallen zu sein, denn das indische Marinedepartement hat beschlossen, einen solchen Versuch zu machen oder wenigstens die vorbereitenden Schritte dafür zu tun.

**Momentphotographie im Dienste der Marineartillerie.** Der amerikanische Kapitänleutnant Davis, bekannt durch seine Erfindung Davis-Torpedo, hat eine Vorrichtung ersonnen, welche in der Abschätzung von Entfernungen bei Schießübungen der schweren Marinegeschütze das menschliche Auge zu ersetzen bestimmt ist und im Kriegsfalle von großer Bedeutung sein dürfte.

Um annähernd den Treffpunkt des Geschosses festzulegen, schätzt ein Offizier vom Gefechtsmast des Schiffes die ungefähre Entfernung zwischen dem Punkt der Wassersäule, die das Projektil vor dem Zielobjekte aufwirft und dem Zielobjekte selbst, um darnach der Bedienungsmannschaft telephonisch die Schießanweisungen zu übermitteln.

Was dem Auge dabei nur als eine Entfernung von wenigen Zoll vorkommt, ist

in Wirklichkeit aber ein Abstand von ebensoviel Metern, um die das Projektil zu kurz oder über das Treffobjekt hinaus gefallen ist, und eine ganz genaue Bestimmung ist auch mit dem besten Fernrohre unmöglich.

Kapitänleutnant Davis gebraucht nun eine photographische, an dem Geschütze montierte Kameravorrichtung. Sobald das Geschütz abgefeuert ist und in dem Augenblick, da der Geiser des aufs Wasser aufschlagenden Projektiles hoch in die Luft steigt, tritt der photographische Apparat automatisch in Tätigkeit und bewirkt die Aufnahme der Wassersäule. In 14 Sekunden ist das nur etwa 10 *cm* im Durchmesser große Bild entwickelt und hienach läßt sich dann feststellen, ob das Geschütz zu hoch oder zu niedrig, zu weit rechts oder links abgefeuert wurde, so daß der nächste Schuß genau eingestellt werden kann, um das Zielobjekt an der gewünschten Stelle und unter dem gewünschten Winkel zu treffen.

## Literaturbericht.

### Bücherbesprechungen.

**Manuale di Fotografia-Telefotografia, Topofotografia dal Pallone.** Da Cap. Cesare Tardivo, Comandante la Sezione Fotografica-Battaglione Specialisti del Genio e Roma, Con 74, incisioni ed 2 tav., di pag. XVI — 252 L. 5. Libreria editrice internazionale Carlo Pasta, Torino 1911.

Der größte Teil dieses verdienstvollen und schönen Werkes ist der Photographie gewidmet. Der Autor beschäftigt sich zuerst mit der Photochemie; er behandelt den allgemeinen Teil derselben, dann den Negativ- und hierauf den Positivprozeß. Die orthochromatische Photographie, dann die Farbenphotographie, die Exposition, die Projektion und die Stereoskopphotographie werden leicht faßlich und in gewünschter Ausführlichkeit vorgeführt. Die photographische Optik nimmt einen breiten Raum ein und in einem Appendix wird auf die Dioptrik näher eingegangen. Das Teleobjektiv und die Telephotographie werden eingehend auseinandergesetzt und mit schönen Aufnahmen illustriert. Die photographischen Apparate werden kurz skizziert, insbesondere aber auf die Apparate, die bei Ballonaufnahmen auf dem Bord eines Schiffes zur Verwendung gelangen, sowie auf die Momentverschlüsse näher eingegangen.

Von besonderem Interesse ist der Abschnitt über die „Topographie aus dem Ballon". Gelegentlich des kurzen Referates, das wir über den „Internationalen Kongreß für Photographie zu Brüssel im August 1910" (siehe Archiv, II. Band, S. 228) gegeben haben, haben wir hervorgehoben, daß Tardivo durch seine Topophotographie ein bedeutend erweitertes und praktischeres Feld der Anwendung für die Photographie schaffen will. Tardivo will die Photographie in Gegenden angewendet sehen, wo schon topographische Karten vorliegen, die Photographien liefern alles Detail, wie es keine geodätische Aufnahme zu leisten vermag, sie ermöglicht die Schaffung einer genauen Terrainphysiognomie, die Karte wird nach ihrer vollen Auswertung tatsächlich ein Antlitz der Erde.

Die Beilagen, welche dem Buche beigegeben sind, und zwar: Der Lauf der Tiber und die archäologische Zone von Rom, beide gestützt auf Ballonaufnahmen, illustrieren in beredter Sprache die Absichten Tardivos.

Das Buch enthält eine Fülle des Interessanten, ganz besonders für jene Interessenten, die sich mit Ballonphotogrammetrie praktisch befassen.

Die Diktion des Buches ist leicht faßlich, die Figuren sehr deutlich und die Beilagen wirklich gelungen und instruktiv. Das Werk Tardivos kann wärmstens empfohlen werden. D.

**Manuale di Polizia giudiziaria** ad uso dei periti Medico-Legali, Magistrati e Funzionari de P. S. con prefazione del Prof. Alberto Severi. Da Prof Dott.

Luigi Tommellini, assistente nell' Instituto di Medicina Legale, Libero docente nella Regia Università di Genova. Con 161 incisioni ed 1 tavola a colori, di pag. XX — 352. L 4.

Ulrico Hoepli, editore librario della real casa Milano 1912.

Dr. L. Tomellini, bekannt durch seine schöne Studie: „La Photographie métrique système Bertillon. Nouvel appareil de la Sûreté générale", veröffentlicht in „Archive d'anthropologie criminelle de Lacassagne", Lyon 1908, hat es unternommen, in der bekannten Hoeplischen Sammlung ein „Handbuch der gerichtlichen Photographie" zu publizieren, das in der Fachliteratur mit Freuden begrüßt wird. Der 352 Seiten umfassende Band hat einen reichen Inhalt aufzuweisen, es werden alle in das Gebiet der gerichtlichen Photographie, die in den letzten Jahren systematisch ausgestaltet wurde, fallenden Fragen mit einer seltenen Gründlichkeit und Ausführlichkeit behandelt; äußerst gelungene Photographien demonstrieren in vorzüglicher Weise die erörterte Materie.

Was den Photogrammeter interessiert, ist das Kapitel über „Metrische Photographie" oder die „Photogrammetrie im Dienste der Tatbestandsaufnahmen". Tomellini, der vor Jahren bei dem Schöpfer der einschlägigen Methoden, dem weltberühmt gewordenen Bertillon in Paris, Gelegenheit hatte, theoretisch und praktisch eingeführt zu werden, hat diesen Abschnitt in meisterhafter Weise behandelt. Er bespricht die Meßkartons von Bertillon, die Skalen, welche an denselben angebracht sind und zeigt an mehreren Beispielen ihre Verwertung.

Tomellini, der mit der einschlägigen Literatur der metrischen Photographie wohl vertraut ist, bringt bereits den Apparat für metrische Zwecke von Polizei-Oberkommissär Dr. Franz Eichberg in Wien und hebt neben einer guten Schilderung desselben auch seine Vorteile gebührend hervor.

Wir sind überzeugt, daß das Buch von Tomellini, das leicht faßlich geschrieben und mit guten Figuren versehen ist, nicht nur in Italien gelesen und studiert wird, sondern auch im Auslande viele Freunde gewinnen wird.

Der Hoeplische Verlag hat sich durch die Herausgabe dieses Handbuches ein Verdienst erworben. Möge er auch finanziellen Erfolg davon haben! D.

## Referate über

### a) Fachartikel in wissenschaftlichen Publikationen.

**Luftballonaufnahmen und Hydrodynamik.** Prof. Hergesell hob kürzlich in „Petermanns Geographischen Mitteilungen", Februarheft 1912, hervor, daß man bisher zwar die Wasserbewegung am Bug und Heck fahrender Schiffe durch Schiffsmodelle studiert habe, daß aber das Studium der Wellenbewegung in natürlicher Größe das bei weitem bessere, ja das einzig richtige sein kann. Ein von einem Zeppelinluftschiff aufgenommenes Photogramm gibt deutlich die Fortbewegungswellen eines darunter fahrenden Schiffes wieder. Man erkennt einwurfsfrei das erste Wellensystem, das unter einem bestimmten Winkel vom Schiffe abgleitet und in bestimmter Entfernung, wo es die Transversalwellen schneidet, aufhört. Das Bild gestattet genau die Messung verschiedener Winkel, welche für die Theorie von Wichtigkeit sind. Da das Luftschiff in keiner Weise als Vermessungsschiff eingerichtet war, auch die photographische Kamera nicht für genaue Bestimmungen gebaut war, sind in diesem Falle weitere Bestimmungen schwierig. Hätte man jedoch, den Gondelabstand als Basis benützend, mit photogrammetrischen Apparaten gearbeitet, so hätte man aus den erhaltenen Aufnahmen Höhe und Länge der Wellen, Ausdehnung des ganzen erregten Wellensystems, seine Energie etc. ableiten können. Auch die Oberflächenform des Wassers ist durch eine solche Aufnahme leicht zu bestimmen. Das Luftschiff gestattet also das Studium der Wasserbewegung eines Schiffes an Fahrzeugen wirklicher Größe, eine nicht zu gering einschätzende Tatsache. Daß man auch die Form der Meereswellen durch photogrammetrische Auf-

nahmen vom Luftschiff aus besser untersuchen kann, als von einem gewöhnlichen Fahrzeug, wird sofort klar, wenn man die einschlägigen Arbeiten in dieser Beziehung untersucht. Die bisherigen Aufnahmen zeigen fast alle den störenden Umstand, daß der Wellenkamm an gewissen Stellen für den photographischen Apparat die hinter ihm liegende Meeresfläche völlig verdeckte. Das kann bei Aufnahmen vom Luftschiff aus sicher vermieden werden. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß genaue photographische Aufnahmen der Meeresoberfläche nicht nur die Wellenformen besser erkennen lassen werden, sondern auch andere Bewegungserscheinungen der Meeresoberfläche. Meeresströmungen werden besonders an ihren Grenzen weit verfolgt werden können, ebenso Brandungserscheinungen, gewisse Tiefenverhältnisse etc.

**Die Ergänzung topographischer Karten durch photographische Aufnahmen aus Luftballons.** Dr. O. Baschin schreibt über diesen Gegenstand in „Petermanns Geographischen Mitteilungen" 1911 nachstehendes:

Mit der fortschreitenden Entwicklung der geographischen Disziplinen und der immer mehr ins Detail gehenden geomorphologischen Analyse der Kleinformen in dem Relief der Erdoberfläche sind die Anforderungen an die Genauigkeit der kartographischen Darstellung auf topographischen Karten immer höher gestiegen, und es verdient Bewunderung, wie die kartographische Technik es vermocht hat, diesen gesteigerten Anforderungen Rechnung zu tragen.

So groß man aber auch den Maßstab einer Karte wählen, und so viel Detail man in der sorgfältigsten Weise und in vorzüglichster technischer Ausführung auf ihr einzeichnen möge, niemals wird es gelingen, eine naturtreue Abbildung der Erdoberfläche zustande zu bringen, weil unzählige Einzelheiten des lebendigen Bildes der Landschaft sich durch die Zeichnung nicht wiedergeben lassen. Dies zeigt sich am deutlichsten, wenn man es versucht, Studierende der Geographie, die völlig ungeübt im Kartenlesen sind, auf Exkursionen durch Vergleichungen der Natur mit der Karte in die Grundzüge der Kartenkunde einzuführen. Eine wesentliche Erleichterung hat sich bei dieser Aufgabe dadurch erzielen lassen, daß man zunächst eine annähernd auf den Maßstab der Spezialkarte gebrachte Ballonphotographie derselben Gegend mit der Karte vergleichen läßt und dann die einzelnen Punkte der Landschaft von einem hochgelegenen Aussichtspunkt aus noch einmal mit Karte und Ballonphotographie identifiziert. Gerade zur Einführung in das Kartenverständnis dürfte die Ballonphotographie, besonders in Verbindung mit einer entsprechend vergrößerten Spezialkarte, eines der wichtigsten Hilfsmittel im geographischen Unterrichte werden können.

Aber auch darüber hinaus hat sie einen selbständigen wissenschaftlichen Wert, weil ihr eine dokumentarische Beweiskraft innewohnt, die für spätere Zeiten von großer Bedeutung werden dürfte. Die geographische Wissenschaft kann sich daher dem Wunsche der Luftschiffer nach Schaffung einer Zentralsammelstelle für Ballonphotographien nur anschließen und es mit Freude begrüßen, daß die kgl. Bibliothek zu Berlin in ihrer Kartenabteilung eine solche Sammelstelle einrichtet und damit allen Interessenten die Möglichkeit bietet, das eingelaufene Material an leicht zugänglicher Stelle für ernste Zwecke zu benützen.

Es ist überflüssig, an dieser Stelle des näheren auszuführen, wodurch sich eine Ballonphotographie von einer Karte unterscheidet, es genügt darauf hinzuweisen, daß sie natürlich nie ein Kartenblatt ersetzen wird und selbst unter günstigen Umständen nur sehr annäherungsweise als Stück einer Karte betrachtet werden kann. In geradezu ausgezeichneter Weise aber wird sie imstande sein, eine Spezialkarte zu ergänzen, besonders nach einer Richtung hin. Bei der Kostspieligkeit der Kartierung eines Gebietes — betragen doch die Herstellungskosten eines Blattes der deutschen Generalstabskarte nicht weniger als 80.000 Mark — und der zu ihrer Fertigstellung erforderlichen Zeit ist es ja nur in langen Zwischenräumen möglich, neue Karten des gleichen Gebietes auszugeben. Die Ballonphotographie dagegen liefert in kurzer Zeit und ohne nennenswerte Kosten eine Abbildung der Erdoberfläche, die in allen Einzelheiten zuverlässig ist und den augenblicklichen Zustand

des Gebietes naturtreu wiedergibt. Sie ist daher berufen, gerade Veränderungen in dem Bilde der Landschaft festzuhalten, sei es, daß diese vorübergehender Natur sind, wie z. B. Verheerungen eines Wildbaches, oder in langsamem Tempo sich vollziehen, wie Küstenänderungen, Vorrücken von Gletschern, Verlandung von Seen u. dgl., oder aber durch periodische Erscheinungen, wie Wechsel von Gezeiten oder der Jahreszeiten veranlaßt sind. Ferner können die Eingriffe des Menschen, die durch Ausdehnung von Ortschaften, Abholzen von Wäldern, Bau von Talsperren, Regulierung von Strömen und ähnliche Arbeiten verändernd auf das Landschaftsbild einwirken, in ihren einzelnen Stadien mit größter Leichtigkeit und Genauigkeit festgelegt werden.

Auch manche geographisch interessante Erscheinungen, die auf Karten überhaupt nicht zur Darstellung gelangen, lassen sich aus Ballonphotographien ersehen. Ich erinnere nur an die Formen der Meereswellen, insbesondere die Umbiegung der Wellenrichtung bei der Annäherung an die Küste, die auf manchen Photographien deutlich wahrnehmbar ist, an Wirbelbewegungen des Wassers beim Einmünden eines Nebenflusses in den Hauptfluß, an Überschwemmungen und deren wechselnde Ausbreitung usw.

Mit Interesse darf man daher der Sammlung des Materials entgegensehen, dessen systematische Bearbeitung nicht lange auf sich warten lassen und dazu führen dürfte, daß die Überzeugung von dem Werte der Ballonphotographien sich auch in geographischen Kreisen immer mehr befestigen wird.

**Die geometrische Theorie der Stereophotogrammetrie.** Von Professor Dr. Fr. Schilling. Veröffentlicht in der „Zeitschrift für Vermessungswesen", Band XL, 1911, Heft 24 bis 30.

Die Entwicklung und Ausbildung der Stereophotogrammetrie ist der Konstruktion des Stereokomparators zu verdanken, welcher von der Firma Carl Zeiß in Jena nach den Angaben ihres wissenschaftlichen Mitarbeiters Dr. C. Pulfrich gebaut wird. Da der Hauptbestandteil dieses Apparates ein Stereoskop ist, gibt Prof. Dr. Fr. Schilling in seiner Abhandlung zunächst äußerst interessante Erläuterungen über das Wesen des Stereoskopes im geometrischen Sinne und geht dann auf die geometrische Theorie der Meßmethode mit Hilfe des Stereokomparators über. Wenn man ein Objekt stereoskopisch aufnimmt, so kann man mit Zugrundelegung des Abstandes der beiden perspektivischen Zentren (Standlinie) und der für beide Aufnahmen gleich großen Bilddistanz die Lage jedes Punktes des aufgenommenen Objektes gegen die Verbindungsgerade der perspektivischen Zentren durch Rechnung oder durch Konstruktion festlegen, wenn außer der Bilddistanz und der Größe der Standlinie die Horizonte und die Hauptpunkte der beiden photographischen Aufnahmen bekannt sind. Professor Dr. Schilling leitet die für diese Lagebestimmung erforderlichen Elemente unter der Voraussetzung ab, daß die Zentren der beiden Aufnahmen dieselbe Höhe haben und die gemeinsame Bildebene vertikal ist und erläutert hierauf die Einrichtung und den Gebrauch des Stereomikrometers von Zeiß, welches zur Ausmessung einer gewöhnlichen stereoskopischen Aufnahme, d. h. zur Bestimmung der für jeden Detailpunkt charakteristischen Bildkoordinaten und der Parallaxe dient. Übergehend auf die Genauigkeit der Lagebestimmung eines Punktes aus einer stereoskopischen Aufnahme wird weiters gezeigt, daß diese Genauigkeit um so größer wird, je größer die Entfernung der perspektivischen Zentren, die Standlinie, gewählt wird, womit die Zweckmäßigkeit der telestereoskopischen Aufnahmen erwiesen ist. Werden solche telestereoskopische Aufnahmen in einem Stereoskope für den Augenabstand des betreffenden Beobachters betrachtet, so entsteht das scheinbare Raumgebilde aus dem wirklichen durch eine Ähnlichkeitstransformation im Verhältnisse der Größe der bei der Aufnahme benützten Standlinie zum Augenabstande des Beobachters und in dem gleichen Verhältnisse wird auch die Genauigkeit der Tiefenschätzung erhöht.

Im folgenden Abschnitte stellt der Autor einige sehr interessante Betrachtungen über die monokulare und binokulare Sehschärfe an, welche von grundlegender Be-

deutung für die Beurteilung der Genauigkeit sind, mit der die Marke des Stereokomparators mit dem räumlichen Bilde des bezüglich seiner Lage zu bestimmenden Raumpunktes zur Deckung gebracht werden kann. Aus dem anatomischen Baue des menschlichen Auges und den Dimensionen seiner Bestandteile werden für die Sehschärfe die nachstehend angegebenen Werte abgeleitet.

1. Die „monokulare Sehschärfe erster Art", worunter Prof. Dr. Schilling den kleinsten Sehwinkel für die deutliche Wahrnehmung des Getrenntseins zweier Objekte bei monokularer Betrachtung versteht, beträgt eine Winkelminute.

2. Als „monokulare Sehschärfe zweiter Art" wird der Sehwinkel für die deutliche Wahrnehmung der horizontalen Verschiebung zweier in verschiedener Höhe liegender Objekte bei monokularer Betrachtung bezeichnet und für ihn der Wert von einer Viertelminute, also 15 Winkelsekunden abgeleitet.

3. Wird ein Punkt binokular, also mit beiden Augen betrachtet, so schließen die Verbindungsgeraden dieses Punktes mit den Zentren der beiden Augen einen Winkel ein, welcher den Namen „Konvergenzwinkel" führt. Damit bei der binokularen Betrachtung zweier in verschiedener Entfernung gelegener Punkte eine deutliche Wahrnehmung ihres Tiefenunterschiedes eintritt, muß die Differenz der Konvergenzwinkel der beiden Punkte mindestens eine halbe Minute, 30 Winkelsekunden, betragen, welcher Grenzwert von Schilling als „binokulare Sehschärfe erster Art" bezeichnet wird.

4. Sind die beiden betrachteten Objekte keine Punkte, sondern in derselben Ebene liegende Gerade, so ist für die deutliche Wahrnehmung ihres Tiefenunterschiedes die „binokulare Sehschärfe zweiter Art" maßgebend, für welche Schilling mit Zugrundelegung der Dimensionen der Stäbchen der Netzhaut den mittleren Wert von einer Viertelminute oder 15 Winkelsekunden ableitet. Auch diese Sehschärfe wird charakterisiert als die Differenz der Konvergenzwinkel der beiden Objekte.

Auf Grund der Ergebnisse dieser physiologischen Betrachtung leitet der Autor weiter den Begriff und die Größe des ebenen Identitätsbereiches ab, worunter jener Teil einer durch einen mit beiden Augen fixierten Punkt und die Zentren der beiden Augen gelegten Ebene verstanden wird, innerhalb welches alle Punkte mit dem fixierten Punkte zusammenzufallen scheinen. Da für diesen Identitätsbereich die monokulare Sehschärfe zweiter Art und die binokulare Sehschärfe zweiter Art in Betracht kommt, ist dieser Bereich im allgemeinen ein unregelmäßiges Sechseck. Liegt der betrachtete Punkt in der Hauptmittellinie, worunter die Schnittgerade der Median- und Horizontebene der beiden Augen verstanden wird, so sind die Abstände derjenigen Punkte der Hauptmittellinie, welche sich von dem betrachteten Punkte in der Tiefe gerade noch abheben, durch die Gleichung

$$\Delta Z = \frac{Z^2}{R \pm Z}$$

gegeben, wenn mit $Z$ die Entfernung des Punktes von der Verbindungsgeraden der beiden Augenzentren und mit $R$ die Distanz desjenigen Punktes der Hauptmittellinie bezeichnet wird, der sich von der Unendlichkeit gerade noch abhebt. Diese Distanz $R$ wird von dem Autor der Radius des stereoskopischen Feldes oder kurz der stereoskopische Radius genannt. Das stereoskopische Feld selbst, d. h. der geometrische Ort aller Punkte, die sich von der Unendlichkeit gerade noch abheben, ist bei freiäugiger Betrachtung, bei der der Kopf um den Halbierungspunkt des Augenabstandes gedreht gedacht wird, eine Kugel mit dem Radius $R$, bei der Betrachtung bei unveränderter Kopfhaltung dagegen, wie dies bei der Verwendung eines Stereoskopes der Fall ist, jene Dupinsche Zyklide, welche durch die Rotation eines durch die Augenzentren hindurchgehenden Kreisbogens mit dem der binokularen Sehschärfe zweiter Art entsprechenden Peripheriewinkel entsteht, wenn die Rotation dieses Kreisbogens um die Verbindungsgerade der Augenzentren erfolgt.

Indem nun diese Begriffe auch auf telestereoskopische Aufnahmen übertragen werden, ergibt sich, daß durch diese Aufnahmen eine Erweiterung des stereo-

skopischen Feldes erfolgt, und zwar wird der stereoskopische Radius in dem Verhältnisse $\frac{S}{s}$ vergrößert, sobald man mit $S$ die Grundlinie der telestereoskopischen Aufnahme und mit $s$ den Augenabstand des Beobachters bezeichnet.

Auf die Ausmessung der Platten einer stereophotogrammetrischen Aufnahme übergehend, erörtert der Autor nach einer kurzen Beschreibung des Stereokomparators die verschiedenen Veränderungen des scheinbaren Raumgebildes durch die Veränderungen oder Verschiebungen der beiden Stereoskopbilder im Stereokomparator. Prof. Dr. Schilling kommt durch diese rein geometrischen Betrachtungen zu folgendem Resultate:

Werden die beiden Stereoskopbilder aus der normalen Stellung mit der Distanz $D$ der Aufnahme gemeinsam in den Richtungen der $x$, $y$, $z$-Achse, beziehungsweise um die Strecken $a$, $b$, $c$ und dann noch das rechte Bild allein in der Richtung der $x$-Achse um die Strecke $a_0$ (Parallaxe) verschoben, so erleidet das ähnliche Raumgebilde eine Zentralkollineation mit einem durch die Größe der Verschiebungen bestimmten Zentrum der Kollineation. Wird diese Betrachtung auf die speziellen Verhältnisse beim Stereokomparator übertragen, so ergibt sich, daß die Einstellung der beiden Meßmarken in die beiden Hauptsehstrahlen nicht zweckmäßig ist, sondern daß diesen beiden Markenbildern eine Raummarke mit endlicher positiver Tiefenkoordinate entsprechen soll. Ferner folgt aus der Anwendung der erhaltenen Resultate auf die Fehlertheorie des Stereokomparators, daß die absoluten Fehler, mit denen die durch den Stereokomparator bestimmten Bildkoordinaten $x$ und $y$ infolge der beschränkten Sehschärfe behaftet sind, der monokularen Sehschärfe erster Art, der absolute Fehler in der stereoskopischen Parallaxe hingegen der binokularen Sehschärfe zweiter Art proportional sind. Als Proportionalitätskonstante erscheint für beide Arten von Fehlern die Distanz der Platten von den perspektivischen Zentren der Objektive des binokularen Mikroskopes. Man kann mithin die Genauigkeit in der Bestimmung der Bildkoordinaten und der stereoskopischen Parallaxe durch Verminderung dieser Distanz erhöhen. Da jedoch auch bei der Justierung der Platten, d. h. bei der Festlegung der Nonius- und Trommelnullpunkte Fehler derselben Größe wie bei der Ausmessung der Platten auftreten können, sind die wahrscheinlichsten Fehler in den Bildkoordinaten und der stereoskopischen Parallaxe ungefähr doppelt so groß wie sie oben angegeben wurden.

Am Schlusse seiner Arbeit behandelt der Autor den Begriff der stereoskopischen Plastik einer Stelle des Raumes und leitet für diesen Begriff einen mathematischen Ausdruck auf geometrischem Wege ab. Dieser Begriff ermöglicht die Vergleichung der Plastik zweier kollinearer Räume, welche Vergleichung insbesondere beim Übergange von dem ähnlichen Raume zu dem ursprünglichen scheinbaren Raume Interesse hat.

Durch die in der Abhandlung gegebenen physiologischen Untersuchungen und ihre Anwendungen auf das stereoskopische Messen hat Prof. Dr. Schilling wesentlich zur Klärung der Verhältnisse bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen beigetragen; insbesondere jedoch werden durch die Abhandlung die Wege gezeigt, durch welche die bis jetzt noch ungeklärte Frage, mit welcher Schärfe die wandernde Marke des Stereokomparators auf einem beliebigen Punkte des räumlichen Bildes des aufgenommenen Objektes eingestellt werden kann, einer richtigen Lösung zuzuführen ist. Dokulil.

**Studie zu Dr. Pietschmanns photogrammetrischen Aufnahmen in Mesopotamien im Jahre 1910.** Von Ignaz Tschamler, techn. Oberoffizial im k. und k. Militärgeographischen Institute zu Wien. In „Mitteilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien", Band 54, Nr. 8.

Seit der vor 10 Jahren von Dr. Arnold Penther ausgeführten photogrammetrischen Vermessung des Gebietes des Erdschias Dagh wurde diese Methode von Forschungsreisenden nicht mehr in Anwendung gebracht, und zwar hauptsächlich deshalb, weil den angehenden Forschungsreisenden bald diese, bald jene spezielle

Methode der Photogrammetrie als einzig richtig empfohlen wurde und umfangreiche, kostspielige und komplizierte Apparatsysteme zur Aufnahme und Rekonstruktion als notwendig angegeben wurden. Erst Dr. Pietschmann entschloß sich kurz vor Antritt seiner, im Auftrage des Wiener Naturwissenschaftlichen Orientvereines unternommenen Mesopotamienreise, durch die Erfolge Dr. Penthers angeregt, die photogrammetrische Methode zur Erforschung der von ihm bereisten Gebiete zu verwenden. Oberoffizial Tschamler, an welchen er sich diesbezüglich um Unterweisung und Anleitung wandte, empfahl ihm die Verwendung eines gewöhnlichen photographischen Apparates, dessen Stativ zu diesem Zwecke mit einer Drehscheibe ausgestattet und welcher mit Marken zur Angabe der Horizontal- und Vertikallinie versehen wurde. Die Anleitungen selbst bestanden in der Anempfehlung folgender Grundsätze: Wo es geht, Rundsichten aufnehmen; trachten, daß jeder eingesehene Raum von mindestens zwei Standpunkten aus photographiert wird; dort, wo ein lotrechtes Bild zu wenig ergibt, schiefe Bilder machen; dort, wo von einem Standpunkte ein guter Überblick in die Landschaft möglich ist, von einem benachbarten zweiten Standpunkt, der für jeden Kilometer Aussichtsweite je 10 *m* vom ersten Standpunkt entfernt liegen sollte, Bilder zu stereoskopischen Zwecken aufnehmen.

Nach diesen Grundsätzen machte Dr. Pietschmann auf seiner Reise mit der adaptierten photographischen Kamera, einer Lechner-Kamera mit einem Anastigmaten von Zeiß (Brennweite 10·5 *cm*), 1400 Aufnahmen, welche die Rekonstruktion einer Fläche von zirka 20.000 $km^2$ ermöglichen.

Im folgenden Teile der Abhandlung zeigt nun Oberoffizial Tschamler an einer aus dem ganzen Materiale herausgegriffenen Partie von Bildern, in welcher Weise die Aufnahmen zum Entwurfe einer Karte zu verwenden sind und in welcher Reihenfolge und nach welchen Grundsätzen die diesbezüglichen Arbeiten auszuführen sind. Er zeigt zunächst, in welcher Weise zwei oder mehrere Panoramenaufnahmen miteinander in Verbindung gebracht werden, was dadurch erfolgt, daß man zunächst trachtet, den Standpunkt einer Panoramaaufnahme in den anderen Aufnahmen aufzusuchen und das Resultat dieser Arbeit zu kontrollieren.

Die nächste Arbeit ist die Bestimmung der Brennweite des verwendeten photographischen Objektives. Dieselbe läßt sich einfach nach geometrischen Grundsätzen auf konstruktivem Wege dann ausführen, wenn eine volle Panoramaaufnahme mit vertikalen Bildern vorliegt und wenn die aneinanderstoßenden Bilder sich etwas übergreifen. Denn in diesem Falle ist man imstande, die Schnittgerade je zweier Bilder herauszufinden, auf jedem Bilde die Entfernung dieser Schnittgeraden zu messen und aus diesen Messungsresultaten die Brennweite des Objektives abzuleiten, indem man das von den Schnittlinien der Bilder mit der Horizontalebene gebildete Polygon konstruiert, welche Konstruktion sehr einfach wird, wenn die Panoramaaufnahme derart ausgeführt wurde, daß die Kamera zwischen je zwei Aufnahmen um denselben Winkel gedreht wurde. Die Brennweite entspricht dem Radius des dem Polygone eingeschriebenen Kreises.

Mit Hilfe der nach dem Vorhergehenden bestimmten Brennweite kann man nun die Lage der Standpunkte der einzelnen Panoramenaufnahmen gegeneinander auf konstruktivem Wege einfach festlegen, wobei man zunächst so vorgehen muß, daß man gleichzeitig die gegenseitige Lage dreier Standpunkte bestimmt. Wenn in den drei Aufnahmen ein und dasselbe Gelände abgebildet ist, kann man auf diesen Aufnahmen leicht 8 idente Punkte aufsuchen, mit Hilfe der bekannten Bilddistanz und der gegenseitigen, parallel zur Horizontlinie gemessenen Entfernungen der Bildpunkte für jede der drei Aufnahmen auf Pauspapier die von den Punkten in der Natur eingeschlossenen Horizontalwinkel konstruieren, diese so erhaltenen Strahlenbüschel übereinanderlegen und die drei Pauspapiere so gegeneinander verschieben bis je drei nach einem und demselben Punkte gehende Strahlen sich in einem einzigen Punkte schneiden. Ist dies der Fall, so haben die Zentren der drei Strahlenbüschel dieselbe relative Lage wie die Standpunkte der drei Aufnahmen. Dieser bei Aufnahmen auf vertikale Platten einzuhaltende Vorgang wird kompli-

zierter, wenn die Platten geneigt waren, doch ist es jedenfalls möglich, auch solche Aufnahmen zur Rekonstruktion der Standpunkte zu verwenden.

Sind die Standpunkte in dieser Art gegeneinander festgelegt, so kann an die Identifizierung weiterer Detailpunkte geschritten und die Rekonstruktion derselben vorgenommen werden. Der so erhaltene Plan des aufgenommenen Geländes entspricht jedoch einem noch unbekannten Verjüngungsverhältnisse, dessen Bestimmung die nächste Aufgabe ist. Dr. Pietschmann hat auf seiner Reise keine einzige horizontale Linie gemessen, dagegen mit Hilfe eines Aneroides einzelne Höhen, d. h. vertikale Strecken bestimmt. Eine solche Höhe kann nun als vertikale Basis benützt und durch Vergleichung dieser Höhe mit dem durch die Rekonstruktion erhaltenen Werte derselben Größe das Verjüngungsverhältnis bestimmt werden.

Anschließend an diese Ausführung gibt Oberoffizial Tschamler eine kritische Betrachtung der für Aufnahmen des Forschungsreisenden in Betracht kommenden Methoden und Apparate. Er weist zunächst nach, daß die Stereophotogrammetrie nur ganz ausnahmsweise in einem hiezu geeigneten Terrain Verwendung finden könnte, da die für solche Aufnahmen auszuführenden Vorarbeiten viel zu kompliziert sind und zu viel Zeit erfordern und außerdem durch stereophotogrammetrische Aufnahmen nicht der genügende Einblick in ein ebenes, wellenförmiges Terrain erhalten wird. Er zeigt ferner, daß die Ballonphotogrammetrie für die Aufnahmen des Forschungsreisenden in ganz besonderem Maße geeignet ist, da bei derselben die Bestimmung der Standpunkte in einfacherer und leichter Weise erfolgen kann und auch die Ausarbeitung der Aufnahme wesentlich einfacher ist, insbesondere dann, wenn ein Panoramenapparat, bestehend aus einer Reihe von Einzelapparaten Verwendung findet. Sehr einfach wird bei der Ballonphotogrammetrie insbesondere die Höhenmessung, wenn diese auf stereophotogrammetrischem Wege ausgeführt wird. Es wird, um die durch eine Verschwenkung der Bilder hervorgerufenen Fehler zu eliminieren, für aerostereographische Aufnahmen die Anwendung einer großen Basis, zirka 1000 *m* bei 2000 *m* Höhe, empfohlen. Bei der Bearbeitung der Ballonaufnahmen des verstorbenen Hauptmannes Theodor Scheimpflug machte Tschamler die Erfahrung, daß die Methode der Ballonaufnahme durch keine andere Methode in bezug auf Leistungsfähigkeit und Darstellungstreue ersetzt werden kann.

Für photogrammetrische Aufnahmen während flüchtiger Reisen empfiehlt sich die Verwendung von Drachen zur Hebung der photographischen Apparate und Oberoffizial Tschamler gibt am Schlusse seiner Arbeit der Hoffnung Ausdruck, daß Dr. Pietschmann bei einer neuen Expedition, welche er nach Kurdistan bis einschließlich des Wansees zu unternehmen bereit ist, durch die Verwendung der Aerophotogrammetrie die Vorteile dieser Methode nachweisen und dadurch den Weg zeigen wird, auf welchem in Zukunft die Erforschung unbekannter Teile der Erdoberfläche in einfachster, raschester und vorteilhaftester Weise erfolgen wird.

Dokulil.

## b) Fachliche Vorträge.

**„Die Photographie und Photogrammetrie im Dienste des Forschungsreisenden"** war der Titel eines Vortrages, den Hauptmann Dr. M. Weiß zu Beginn dieses Jahres im „Vereine von Freunden der Treptow-Sternwarte" zu Berlin gehalten hat. Weiß, der selbst als Forschungsreisender tätig war und an der Expedition Seiner Hoheit des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg in Afrika teilgenommen, hat in lichtvoller Darstellung die Bedeutung der Photographie und Photogrammetrie für den Forschungsreisenden geschildert. Nur einige Stellen seien hier wiedergegeben; er sagte:

„Schon seit einer ganzen Reihe von Jahren ist wohl jeder Forschungsreisende — ob sein Arbeitsfeld in tropischen oder in arktischen Gebieten lag — auch für die Ausübung der Photographie ausgerüstet gewesen. Auf Grund meiner Erfahrungen möchte ich an dieser Stelle noch ausdrücklich betonen, daß ich es für eine schwere Unterlassungssünde halten würde, wenn heute noch eine Forschungsexpedition hinaus-

züge, deren sämtliche Mitglieder nicht für die Handhabung der Photographie und auch der Photogrammetrie gründlich ausgebildet und vorzüglich ausgerüstet sind."

„Nicht nur der Geograph und Geologe werden in der Lage sein, mittels der Photogrammetrie bei erheblicher Zeitersparnis gute Resultate zu gewinnen, sondern auch der Anthropologe, Ethnologe, Zoologe und Botaniker usw."

Hauptmann Weiß führte in vorzüglichen Projektionsbildern die Anwendungen der Stereophotogrammetrie speziell für die Anthropologie und Geologie vor, wobei die Aufnahme eines Negers und des Graf Götzenkraters des Niragongo mit der Stereokamera, sowie die Ausmessung der Stereogramme erläutert wurde.

Ein vom Hauptmann Weiß angegebener Phototheodolit für Forschungsreisende, den das bekannte math.-mech. Institut von Bamberg in Berlin-Friedenau in vorzüglicher Ausführung gebaut hat, erregte allgemeines Interesse. Wir werden nicht versäumen, im nächsten Hefte des Archives von dieser Konstruktion eine Beschreibung und Abbildung zu bringen.

Näheres über den vorstehend kurz skizzierten Vortrag findet man in:

„Die Photographie und die Photogrammetrie im Dienste des Forschungsreisenden" in der illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete „Das Weltall", Berlin 1912.

Anmerkung: Referate über die zwei in der Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" abgehaltenen Vorträge findet man im Abschnitte „Vereinsnachrichten" auf S. 151 und 152 dieses Heftes.

## Bibliographie.

### 1. Selbständige Werke.

Abendroth: „Die Praxis des Vermessungsingenieurs," Berlin 1912.

Fuhrmann K.: „Die Photographie im Dienste des Messens", Festrede in der Aula der Kgl. Bergakademie in Berlin, 1912.

Más y Zaldúa A.: „Aplicaciones topograficas de la Fotografia Estereofotogrammetria." Madrid 1912.

Nimführ Dr. R.: „Die Luftschiffahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und technische Entwicklung." Leipzig 1910.

Riesner H.: „Die Darstellung eines Objektes aus drei photographischen Aufnahmen mit gegebenen Apparatkonstanten bei unbekannten Standpunkten." Dissertation. München 1911.

Rosenberg K.: „Beiträge zur Stereoskopie und zur stereoskopischen Projektion." Wien 1912.

Schwarzschild und Dziewulski: „Bestimmung der Polhöhe von Göttingen und der Deklination von 375 Zeitsternen mit der hängenden Zenithkamera. Berlin 1911.

Tissier Léon: „Le Colonel Laussedat." Moulins 1910.

Tomellini Dr. L.: „Manuale da Polizia giudiziaria." Milano 1912.

### 2. Journalliteratur.

Adrianow N.: „Stereoskopische Messung der Entfernung" im „Topograph. und geodät Journal", St. Petersburg 1910.

Distel L. und Scheck F.: „Das Plateau des Zahmen Kaisers". Kartographisch-morphologische Studie in den „Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft" in München 1911.

Günther L. W.: „Über photographische Bildmeßkunde (Photogrammetrie)" in „Technischen Monatsheften", 1911.

Hammer E.: „Scheimpflugs Vorschlage zur Beschleunigung und Verbilligung der Kolonial vermessungen durch die Photokarte" in „Petermanns Mitteilungen", 1911.

Heilbronner P.: „La Photographie et la Photogrammetrie, applications aux levés des pays de montagnes" in „Le Génie Civil", 1912.

Hergesell H.: „Luftfahrten zu wissenschaftlichen Zwecken", ebenda 1912.

Kruppa N.: „Über einige Orientierungsprobleme der Photogrammetrie" aus den „Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften", Wien 1912.

**Näbauer** Dr. M: „Beitrag zur photogrammetrischen Verwertung verkehrt eingelegter Platten" in der „Zeitschrift für Vermessungswesen", 1912.

**Nowakowski** A.: „Überprüfung der Flugbahngleichungen durch Stereophotogrammetrie von Sprengpunkten" in den „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens", Wien 1912.

**Northrup** E.: „An experimental study of vortex motions of liquids" in „Journal of the Franklin Institute", 1911.

**Schmid** H.: „Das Photographieren aus Luftfahrzeugen" in der „Photographischen Korrespondenz", Wien 1912.

**Szabo** A. v.: „A Sztereofotogrammetria Gyakorlata és emek segitöeszközE". Budapest 1911.

**Thiele** R: „Note sur l'histoire des expériences et des applications de la Métrophotographie en Russie et description de l'Autopanoramographe de M. Thiele" in „Bulletin de la Société française de Photographie", Paris 1911.

**Türkel** S. Dr.: „Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen" in „Archiv für Kriminalanthropologie und Kriminalistik" von H. Groß, Leipzig 1911.

**Walter** O.: „Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie" in der „Zeitschrift für Tiefbau" 1911.

**Wächter** F. Dr.: „Photographische Überprüfung automatischer Gewehre" in der „Photographischen Korrespondenz", Wien 1912.

**Weiß** H.: „Die Photographie und die Photogrammetrie im Dienste des Forschungsreisenden" in „Das Weltall", 1912.

**Wenz** E.: „Notes sur la Métrophotographie en France et à l'Etranger" in der „Academie nationale de Reims", 1912.

---

# Vereinsnachrichten.

## Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Der Sektion sind beigetreten:

Dr. Karl **Scheimpflug**, k. k. Sektionsrat i. R., J. **Kammerer**, Ingenieur in Wien, **Korzl** Karl, k. u. k. Oberstleutnant des Generalstabskorps, zugeteilt dem k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien, **Zaar** Karl, Professor an der k. k. Staatsgewerbeschule in Brünn.

## Zweite Monatsversammlung am 16. Februar 1912.

Unter den Mitteilungen des Obmannes, welche den ersten Punkt der Tagesordnung bildeten, löste die betrübende Nachricht von dem im Dezember 1911 erfolgten Tode des russischen Staatsrates Ingenieur R. **Thiele**, dessen Arbeiten auf dem Gebiete der Luftballonphotogrammetrie in mehrfacher Richtung als grundlegend bezeichnet werden müssen, das innigste Beileid aller Versammlungsteilnehmer aus. Nachdem weiters durch den Obmann Prof. **Doležal** der Versammlung die neuesten Publikationen auf dem Gebiete der Photogrammetrie mit erläuternden Bemerkungen vorgelegt wurden, hielt Dr. V. **Pietschmann**, Assistent am k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien, den angesetzten Vortrag.

„Über die photogrammetrischen Arbeiten und geographischen Beobachtungen während der Mesopotamienexpedition 1910."

Der Herr Vortragende gab einen äußerst interessanten Bericht über die von ihm zum Zwecke zoologischer Forschungen gemachte Expedition nach Mesopotamien, auf welcher er auch eine große Anzahl photographischer und photogrammetrischer Aufnahmen ausführte. Zur Durchführung dieser Aufnahmen verwendete Dr. **Pietschmann** einen gewöhnlichen photographischen Apparat für das Format 9 × 12 *cm*, welchen er nach den Angaben des Herrn techn. Oberoffizials J. **Tschamler** für photogrammetrische Aufnahmen adaptieren ließ. Diese Adaptierungen bewährten sich nach den Ausführungen des Vortragenden sehr gut und funktionierten während der ganzen Reise vollkommen einwandfrei. Die Photogramme, welche hauptsächlich in Panoramenaufnahmen von hochgelegenen Punkten bestanden, wurden auch von Oberoffizial **Tschamler** teilweise verarbeitet und ergaben äußerst zufriedenstellende Resultate (siehe das Referat über **Tschamlers** bezügliche Abhandlung S. 117 dieses Heftes). Eine große Anzahl sehr schöner Projektionsbilder zeigten den Charakter der von Dr. **Pietschmann** durchreisten Gegenden und brachten auch interessante Typen der Bewohner des durchforschten Landes.

Zum Schlusse erwähnte der Vortragende, daß er für die nächsten Jahre die Fortsetzung seiner Forschungsreise beabsichtige und bei dieser Gelegenheit durch weitere photogrammetrische Aufnahmen eine Klärung der geographischen Verhältnisse des Landes herbeizuführen gedenke. Um dabei auch die flachen Teile des Landes photogrammetrisch festlegen zu können, werde er nach dem Vorschlage **Tschamlers** diese Aufnahmen mit Zuhilfenahme von Drachen ausführen. Er zeigte in einigen Projektionsbildern die Typen dieser zu verwendenden Drachen, die ebenfalls nach den Angaben **Tschamlers** gebaut

wurden und mit welchen dieser gegenwärtig in Mähr.-Neustadt eingehende Versuche über ihre Leistungsfähigkeit und die Art ihrer Verwendung ausführt.

Reicher Beifall lohnte den Herrn Vortragenden für seine Ausführungen, in welchen er ein klares Bild über die Verwendung der Photogrammetrie auf Forschungsreisen entwickelte und zeigte, daß selbst mit gewöhnlichen photographischen Apparaten, welche entsprechend adjustiert sind, sehr brauchbare und für geographische Forschungen sehr wichtige Resultate erhalten werden können.

## Dritte Monatsversammlung am 29. März 1912.

Nach der Erledigung der beiden ersten Punkte der Tagesordnung, welche die Mitteilung des Obmannes und die Publikationen (selbständige Werke und Journalartikel) umfaßten, hielt Herr k. u. k. Hauptmann E. Ritter v. Orel, Leiter der photogrammetrischen Abteilung des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien, den angekündigten Vortrag: „Das stereoautographische Meßverfahren, dessen praktische Anwendung und Verwertung." In einem äußerst interessanten Projektionsbilde zeigte der Herr Vortragende zunächst den Verlauf der Kurven gleicher Parallaxe für die verschiedenen Lagen der beiden Platten gegeneinander und erläuterte an der Hand dieses Projektionsbildes die Genauigkeitsverhältnisse bei normalen und verschwenkten (konvergierenden und divergierenden) Aufnahmen. Als besonders gelungen und originell ist das vorgeführte Projektionsbild deshalb zu bezeichnen, weil es nicht bloß einige besondere Fälle zur Darstellung brachte, sondern infolge seiner Einrichtung die Kurve gleicher Parallaxe für jede beliebige Lage der beiden Platten gegeneinander ergab. Weiters besprach der Herr Vortragende das neueste Modell seines Stereoautographen und führte dasselbe in verschiedenen, sehr gelungenen Projektionsbildern vor. Das Instrument ist jetzt derart ausgestattet, daß es allen Anforderungen genügt und bei dem Gebrauche von einer einzigen Person, dem vor dem Komparator sitzenden Beobachter, bedient werden kann. Auch ist durch Spiegeln dafür gesorgt, daß dieser Beobachter von seinem Sitzplatze aus alle Skalen und Maßstäbe an dem eine recht bedeutende Ausdehnung besitzenden Instrumente bequem ablesen, beziehungsweise einstellen kann. Schließlich brachte Herr Hauptmann v. Orel eine Reihe Bilder, welche die stereophotogrammetrische Feldaufnahme zeigten und wies auf die verschiedenen Aufnahmen und ihre mit dem Stereoautographen ausgeführten Rekonstruktionen hin, welche er zur Feststellung der Genauigkeit und Leistungsfähigkeit des Instrumentes sowie zur Lösung verschiedener praktischer Aufgaben ausführte. Eine Reihe dieser Arbeiten gelangte auch zur Ausstellung und erregte das lebhafteste Interesse der Versammlungsteilnehmer. Mit dem herzlichsten Danke der Gesellschaft für die anregenden Mitteilungen beglückwünschte der Obmann den Herrn Vortragenden zu den erreichten Erfolgen, womit die zahlreich besuchte Monatsversammlung geschlossen wurde.

## Ordentliche Jahresversammlung.

### Jahresbericht, erstattet vom Obmanne am 29. März 1912.

Fünf Jahre sind seit der Gründung der „Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie" verflossen, zwei Jahre besteht schon die Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" und zum zweiten Male habe ich als Ihr Obmann die Ehre, den Jahresbericht über ihre Tätigkeit zur Kenntnis der Gesellschaft zu bringen.

Eine traurige Fügung des Schicksals wollte es, daß dem fruchtbaren Schaffen zweier verdienstvoller Mitglieder der Gesellschaft, die auf demselben Gebiete der „Photogrammetrischen Meßkunst", der Ballonphotogrammetrie, tätig waren, durch den Tod ein jähes Ende bereitet wurde, nämlich:

Theodor Scheimpflug, k. u. k. Hauptmann i. R. und Kapitän langer Fahrt, in Wien, sowie R. Thiele, russischer Staatsrat und Ingenieur in Moskau.

Die Monatsversammlungen bildeten, wie in den verflossenen Jahren, den Sammelpunkt der Interessenten der Photogrammetrie in Wien und haben sich als ein sehr wichtiges Förderungsmittel des Vereinszweckes erwiesen. Es wurden nachstehende Vorträge gehalten:

1. Dr. K. Peucker, Kartograph des geographischen Verlages Artaria & Co.: „Die Luftschifferkarte und ihre Beziehungen zur Photographie" am 24. November 1911.

2. Dr. V. Pietschmann, Assistent am k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien: „Über die photogrammetrischen Arbeiten und geographischen Beobachtungen während der Mesopotamienexpedition 1910" am 16. Februar 1912.

3. E. v. Orel, k. u. k. Hauptmann, Leiter der photogrammetrischen Abteilung des Militärgeographischen Institutes in Wien: „Das stereoautographische Meßverfahren, dessen praktische Anwendung und Verwertung" am 29. März 1912.

Dadurch, daß vor den Vorträgen in den Monatsversammlungen der Obmann stets „Kleinere Mitteilungen" der Versammlung zur Kenntnis brachte, in welchen über die neuesten Errungenschaften, über inaugurierte photo- und stereophotogrammetrische Arbeiten

berichtet wird, indem ferner durch Vorlage von neuen selbständigen Werken und Journalartikeln im Gebiete der Photogrammetrie und orientierende kurze Referate durch den Obmann die Besucher der Monatsversammlungen in äußerst bequemer Weise über die Neuerscheinungen und sonstige die Photogrammetrie berührende Fragen informiert werden, gestalten sich in der Tat die „Monatsversammlungen" für die Interessenten sehr wertvoll.

Was das Vereinsorgan, das „Internationale Archiv für Photogrammetrie", betrifft, so war das verflossene Vereinsjahr für unsere Publikation äußerst ergiebig. Im Juni 1911 erschien das dritte, im Oktober desselben Jahres das vierte Heft, der Schluß des II. Bandes; im Februar dieses Jahres konnten wir schon mit dem ersten Hefte des III. Bandes vor die Öffentlichkeit treten.

In der Herausgabe des Vereinsorganes ist insoferne eine entscheidende Änderung eingetreten, als der bisherige Verlag Carl Fromme durch die Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" abgelöst wurde und die Zeitschrift ihr Eigentum bildet. Den Druck besorgt nach wie vor die bewährte k. u. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

Zwei sehr wichtige Aktionen wurden von unserer Sektion eingeleitet; sie betreffen:

1. Genauigkeitsuntersuchungen über photo- u. stereophotogrammetrische Messungen und
2. Die Hauptversammlung (Kongreß) für Photogrammetrie.

Die eminent wichtige Frage der Genauigkeit photogrammetrischer Messungen wird von einem Komitee studiert und es wurden nach einem eingehenden Plane die Untersuchungen bereits in Angriff genommen. Es ist klar, daß eine so heikle Studie zu ihrer Erledigung eine längere Zeit in Anspruch nehmen wird.

Was die Hauptversammlung der Interessenten der Photogrammetrie, eine Art Kongreß, betrifft, so wird als Folge einer Rundfrage diese Versammlung im Herbst 1912, und zwar satzungsgemäß in Wien abgehalten werden. Ein Komitee ist bereits mit den vorbereitenden Arbeiten betraut und die Einladungen zu dieser Veranstaltung dürften in Bälde zur Versendung gelangen.

Über die Geldgebarung der Gesellschaft und den Stand der Vereinskasse gibt der nachstehende Kassabericht pro 1911, den unser verdienstvoller Kassenführer k. u. k. Linienschiffsleutnant a. D. F. Neuffer erstattet, einen klaren Überblick.

## Kassabericht pro 1911.

| Soll | K | Haben | K |
|---|---|---|---|
| Barbestand 1. Januar 1912 | 3012.65 | Postscheck. Manip.-Geb. | 4.36 |
| Zinsen | 28.07 | Archiv | 1000.— |
| Subventionen | 2197.48 | Kranz für Hauptm. Scheimpflug | 58.— |
| Mitgliedsbeiträge | 360.— | Portospesen und Diener | 255.01 |
| Rückständige Beiträge | 204.— | Vorgetragene Beiträge | 204.— |
| Eisenbahn- und Telegraphenregiment | 50.— | Barbestand | 4337.49 |
| Für Drucksachen | 6.66 | | |
| | 5858.86 | | 5858.86 |

Für die selbstlose und gewissenhafte Führung der Geschäfte im verflossenen Jahre wird der Vereinsleitung einstimmig Dank und Anerkennung ausgesprochen.

Nunmehr wird die Wahl des Vorstandes für das Jahr 1912 vorgenommen; das Resultat ist das folgende:

## I. Vorstandsmitglieder:

### Obmann:

E. Doležal, o. ö. Professor der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

### Obmann-Stellvertreter:

F. Schiffner, k. k. Regierungsrat, k. k. Realschuldirektor in Wien.
F. Wang, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium, Professor der k. k. Hochschule für Bodenkultur.

### Schriftführer:

Dr. Th. Dokulil, Privatdozent und Adjunkt der k. k. Technischen Hochschule in Wien.
E. Ritter v. Orel, k. u. k. Hauptmann, Leiter der photogrammetrischen Abteilung des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien.

### Kassenführer:

F. Neuffer, k. u. k. Linienschiffsleutnant a. D

## 2. Ausschußmitglieder:

L. Andres, k. u. k. Hauptmann im Armeestande, Leiter der geodätischen Gruppe des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien.
R. Dammer, Architekt, Obmann-Stellvertreter der „Wiener Bauhütte".
Fr. Hafferl, Ingenieur, Gesellschafter der Bauunternehmung Stern & Hafferl in Wien.
G. Otto, Vertreter der Firma Karl Zeiß in Jena.
Fr. Pichler, Technischer Vorstand im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
Th. Schmid, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.
Th. Tapla, k. u. k. Hauptmann a. D., o. ö. Professor der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.
K. Wollen, Technischer Oberoffizial im k. u. k. Militärgeographischen Institute.
S. Wellisch, Bauinspektor der Stadt Wien.

## 3. Schiedsgericht:

Dr. A. Hellebrand, a. o. Professor a. d. k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.
Dr. K. Kostersitz, Oberlandesrat.
R. Rost, in Firma Rudolf & August Rost, math.-mech. Institut in Wien.

### Ersatzmänner:

J. Putz, k. u. k. Hauptmann des Eisenbahnregimentes.
E. Rindl, beh. aut. Zivilingenieur.

## 4. Revisoren:

R. A. Goldmann, Fabrikant photographischer Apparate in Wien.
A. Rost, in Firma Rudolf & August Rost, math.-mech. Institut in Wien.

## Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Der Sektion sind beigetreten:
Hugershoff A., Professor für Geodäsie an der Königl. Forstakademie in Tharandt.
Die Mitgliederzahl der Sektion „Deutschland" hat somit 64 erreicht.
Ihren Wohnsitz haben geändert die Mitglieder:
Freyberg nach Irkutsk (Sibirien), Verwaltung des Baues der Beikalbahn.
Gropp nach Euskirchen, Cölnerstraße 72.
Kutter nach Furtwangen in Baden, Rabenstraße 83.
Lüscher nach Frankfurt a. M., Friebergerlandstraße 285.
Muizhoff nach Berlin SW. 68, Zimmerstraße 2, II.
Parschin nach Jekaterinoslaw (Rußland), Institut für Markscheidekunde der kais. Montan. Hochschule.
Selke nach Berlin W. 15, Joachimstalerstraße 14.
Schiller nach Dortmund, Feldstraße 19, I.
Schneider nach Jena, Knebelstraße 11, III.
Die Mitgliedschaft von Prof. C. Runge, Göttingen, ist auf das Institut für angew. Mathematik, Göttingen, überschrieben worden.
S. Finsterwalder, Professor an der Königl. techn. Hochschule, München, ist der Titel und Rang eines Königl. Geh. Hofrates verliehen worden.

## Mitteilung des Kassiers.

Nach der Versendung des Heftes 1 des III. Bandes des Archivs, die von Wien aus erfolgte, sind von einer Anzahl von Mitgliedern der Sektion „Deutschland" Reklamationen wegen Nichterhaltens dieses wichtigen Heftes eingelaufen. Die Mitglieder werden gebeten, in solchen Fällen dem Kassier der Sektion, Herrn dipl. Ing F. Schneider, Jena, Knebelstraße 11, III, unverzüglich Mitteilung zukommen zu lassen, damit Nachforschungen über den Verbleib der Hefte angestellt werden können. Die Versendung der Hefte des Archivs an die Mitglieder der Sektion „Deutschland" erfolgt vom Erscheinen des vorliegenden Heftes ab in Zukunft immer vom Wohnsitz des jeweiligen Kassiers aus.

## Mitteilungen der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

**Aerophotogrammetrische Versuche.** Um die Stabilität der Motorballone und ihre Zweckmäßigkeit für aerotopographische Vermessungen zu erproben, hat Dozent D. Gasser-

Darmstadt in den verflossenen Monaten April und Mai d. J. eine Reihe von praktischen Fahrten in Z. 12 in Friedrichshafen und in P. 12 in Bitterfeld gemacht.

Es wurden hiebei besondere Navigationsmanöver, Schnelligkeitsfahrten, Neigungsmessungen während der Fahrt und bei abgestellten Motoren vorgenommen. Ebenso wurden Zentrierversuche, Wendemanöver und Zielfahrten nach Kompaßrichtung ausgeführt. Die Fahrten ergaben, daß unter möglichster Heranziehung der Errungenschaften anderer technischen Disziplinen die Bedingungen für die photogrammetrische Aufnahme wohl geschaffen werden können. Ein früherer von anderer Seite unternommener Versuch, die Standphototheodolite für Seeschiffe mit ungefähr denselben Horizontierungs- und Orientierungsvorrichtungen einfach in das Vermessungsluftschiff hineinzustellen, mußte mißlingen, da dieses Problem mit ganz anderen technischen Hilfsmitteln anzufassen ist. Von den jetzigen Aufnahmeinstrumenten erfüllt keines auch nur annähernd die Bedingungen und sie müssen alle neu konstruiert werden.

Die zu diesen Versuchsfahrten benötigten Instrumente haben Herr Prof. Dr. Max Schmid-München und die beiden optischen Großfirmen C. P. Görz-Berlin und C. Zeiß-Jena zur Verfügung gestellt.

**Die Denkschrift der deutschen Nationalflugspende.** In den Luftschiffahrtskreisen des Deutschen Reiches hat Dozent Dr. Gasser-Darmstadt durch eine Reihe von Vorträgen und Vorführungen von Karten und Instrumenten aufklärend für die Aerophotogrammetrie gewirkt. Im kaiserl. Aeroklub und im Reichsflugverein in Berlin, in Cassel, Darmstadt, München und Stuttgart wurde hiedurch das Interesse für die Aerophotogrammetrie in den Luftschiffahrtsvereinen tatkräftigst gefördert.

In richtiger Erkenntnis der hohen Bedeutung der Aerophotogrammetrie hat denn auch der Vorsitzende des deutschen Luftfahrerverbandes, Se. Exzellenz Herr General v. Nieber, unter Posten 7 der Denkschrift einen jährlichen Zuschuß in der Höhe von 80.000 M für aerophotogrammetrische Versuche vorgeschlagen und in nachstehender Weise begründet.

„Die Luftschiffahrt wird es voraussichtlich auch ermöglichen, Karten auf stereo-photogrammetrischem Wege und auf andere Weise herzustellen, und zwar schneller und billiger als nach der jetzigen Methode der topographischen Aufnahme. In erster Linie kommen hier wieder nur die Kolonien in Betracht, in denen die praktische Anwendung der Photogrammetrie aber erst möglich wird, wenn sie genügend ausgeprobt ist. Die zu Vermessungszwecken dienenden Luftfahrzeuge bedürfen hiezu eines besonderen Ausbaues.

Auch dieser muß zunächst erprobt werden, bevor er zu voller Brauchbarkeit gelangt.

Um die erforderlichen kostspieligen Versuche, die in ihrer Gesamtheit der einschlägigen Industrie nicht auferlegt werden können, zur Ausführung zu bringen, wäre eine staatliche Beihilfe von zirka 80.000 M. jährlich sehr zu wünschen. Die Ballonphotographie kann aber auch in mannigfacher Weise rein wissenschaftlichen Zwecken dienen, wie z. B. bei Küsten- und Wasseraufnahmen zur Feststellung von Wassertiefen und Strömungen."

Diese Stelle der Denkschrift dürfte wohl manches Mitglied der Sektion „Deutschland" (die Sektion „Österreich" ist auch eingeladen) veranlassen, sich und seinen Bekanntenkreis für die deutsche Nationalflugspende zu interessieren und an ihrem erfolgreichen Abschlusse mitzuarbeiten, da ja ein Teil des Ergebnisses allen Freunden des photomechanischen Meßverfahrens zugute kommen soll.

Die Schriftleitung.

## Bibliothek der Gesellschaft.

Fuhrmann K.: „Die Photographie im Dienste des Messens." Berlin 1912.

Rosenberg K.: „Beiträge zur Stereoskopie und zur stereoskopischen Projektion." Wien 1912.

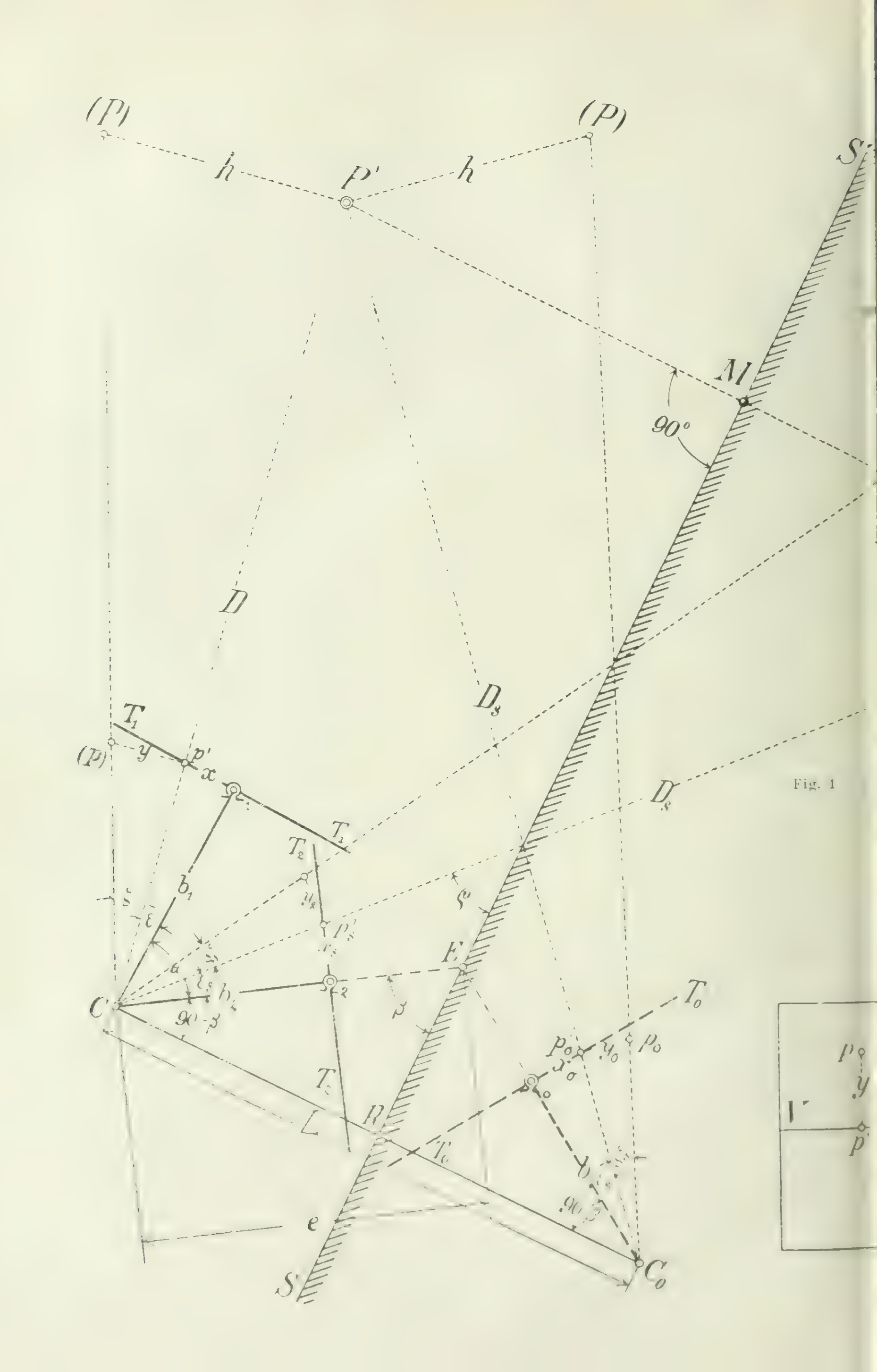
Màs y Zaldúa A.: „Aplicaciones topograficas de la Fotografia Estereofotogrametria." Madrid 1912.

Tomellini L. Dr.: „Manuale die Polizia giudiziaria." Milano 1912.

Nowakowski A.: Überprüfung der Flugbahngleichungen durch Stereophotogrammetrie von Sprengpunkten." Sonderabdruck, Wien 1912.

Türkel S. Dr.: „Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen." Sonderabdruck. Leipzig 1911.

Schluß der Redaktion am 31. Mai 1912


(P)
(P)
h
h
P'
S
M
90°
D
$D_s$
$T_1$
(p)
y
p'
x
$T_1$
$T_2$
$b_1$
$D_s$
ε
α
C
$b_2$
90-β
E
β
$T_0$
$p_0$
$y_0$
$p_0$
$T_2$
L
R
$T_0$
e
S
$C_0$
V
p
y
p
Fig. 1

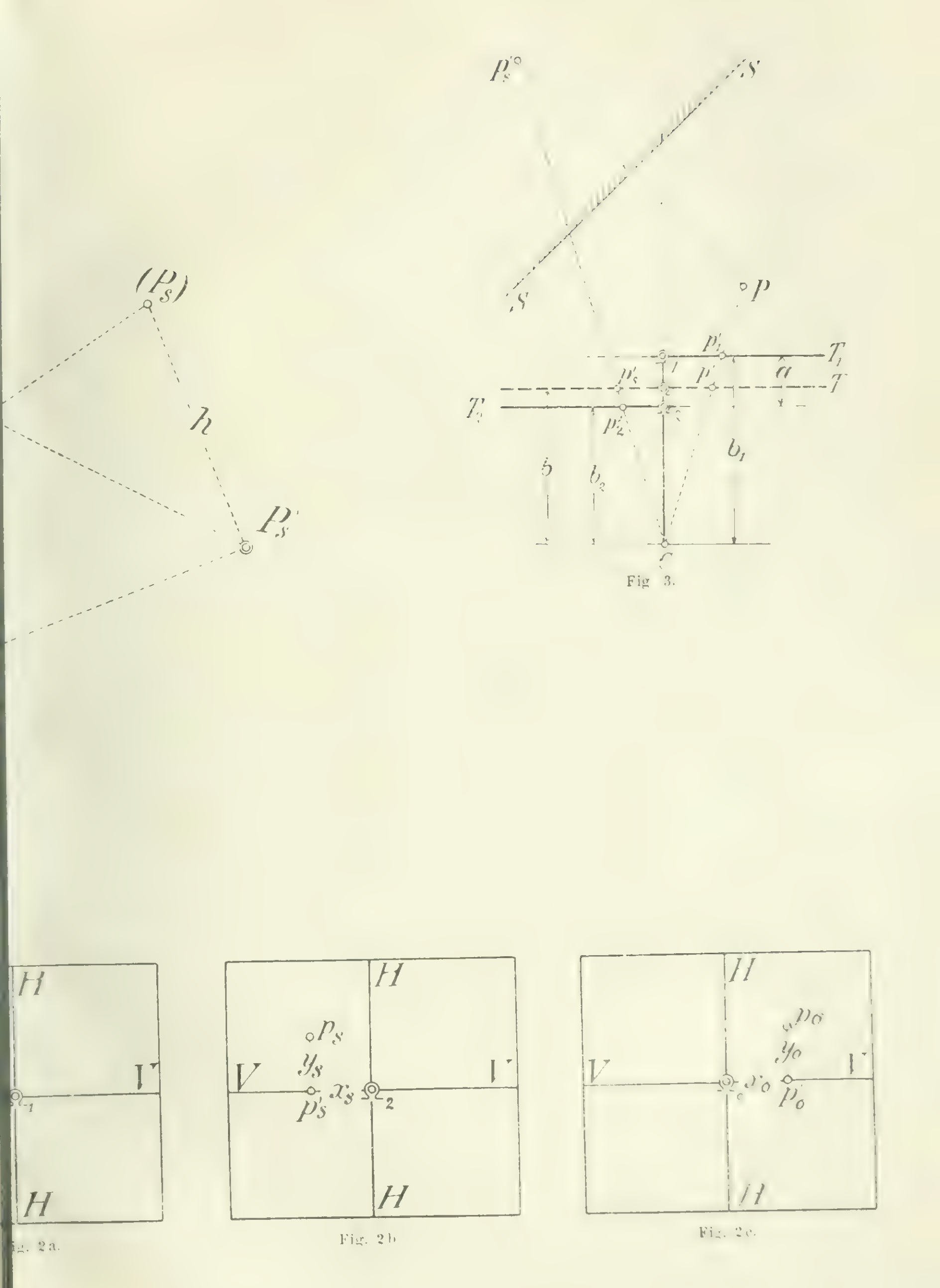



Fig. 3.

ig. 2a.

Fig. 2b

Fig. 2c.

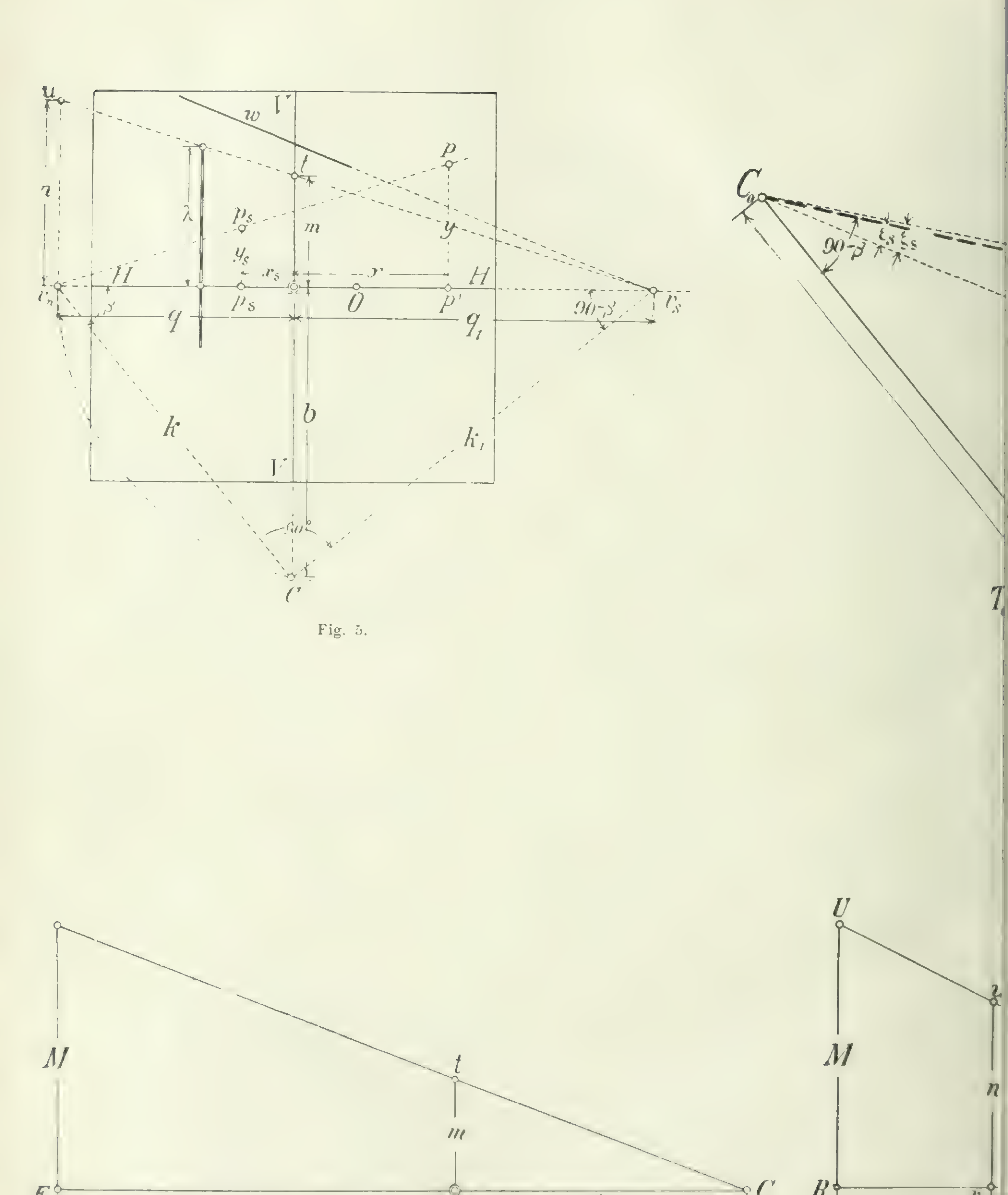


Fig. 5.

Fig. 6 a

Anmerkung. Die Figuren 5, 6a und 6b sind gegenüber Fig. 4, zu welcher sie gehören, etwas verkleinert.

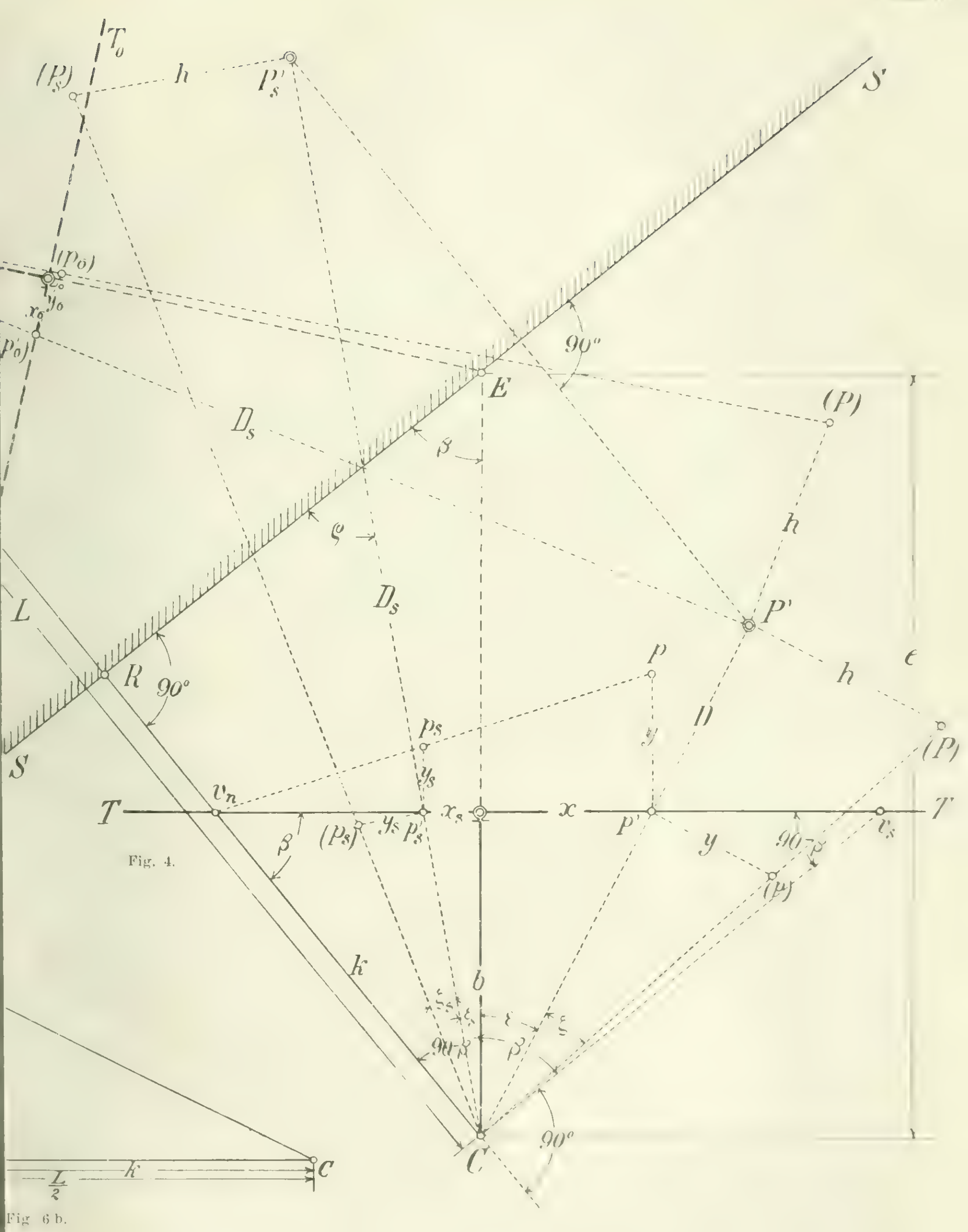
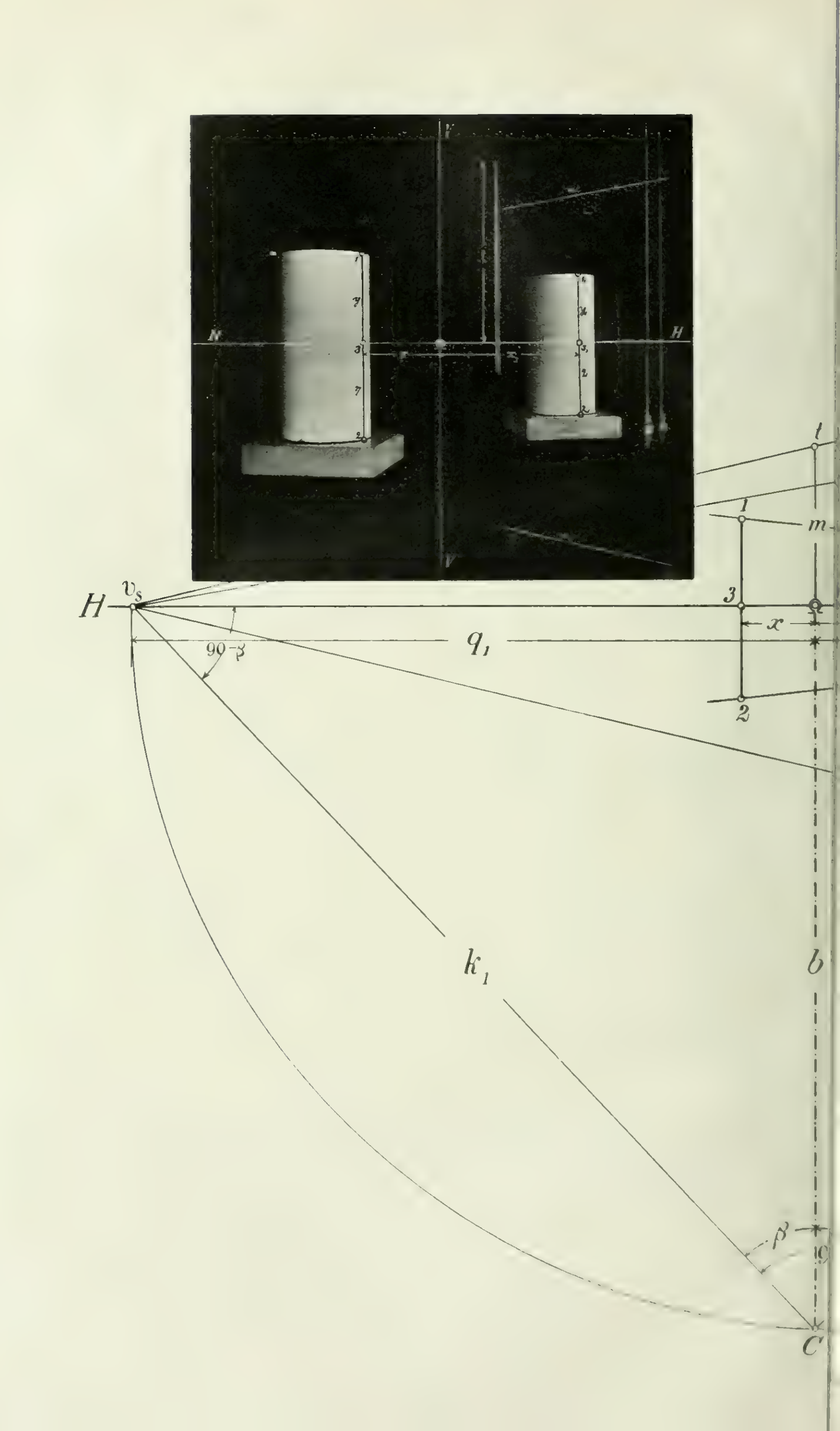

T₀
(Pₛ)
h
P'ₛ
S
(P₀)
90°
E
(P)
Dₛ
ρ
h
Dₛ
P'
L
R
90°
p
h
e
D
S
pₛ
y
yₛ
(P)
T
vₙ
xₛ
x
T
(Pₛ)
yₛ
P'ₛ
P'
y
vₛ
β
(p)
k
b
90°
C
c
k

Fig. 4.

Fig. 6 b.



H
$v_s$
$90-\beta$
$q_1$
$x$
$m$
$k_1$
$b$
$\beta$
C
1
2
3

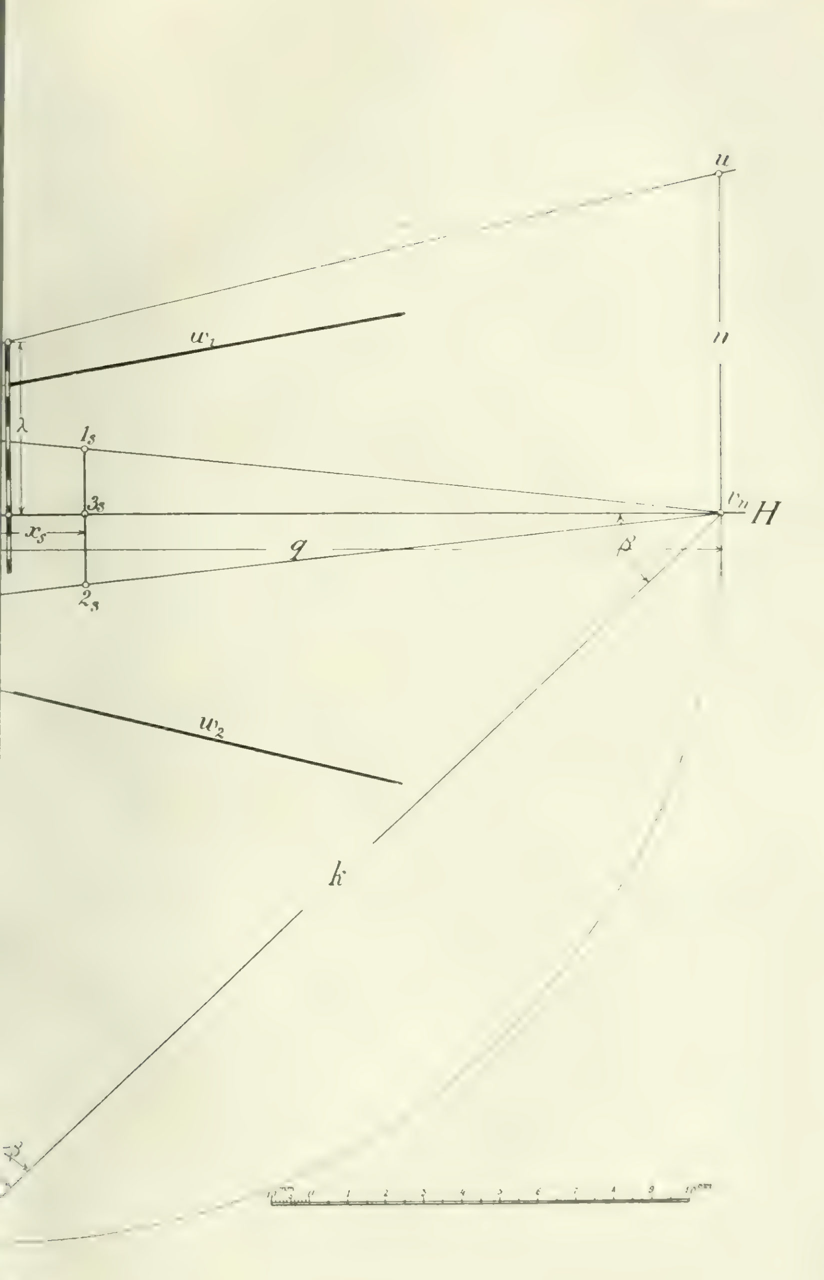
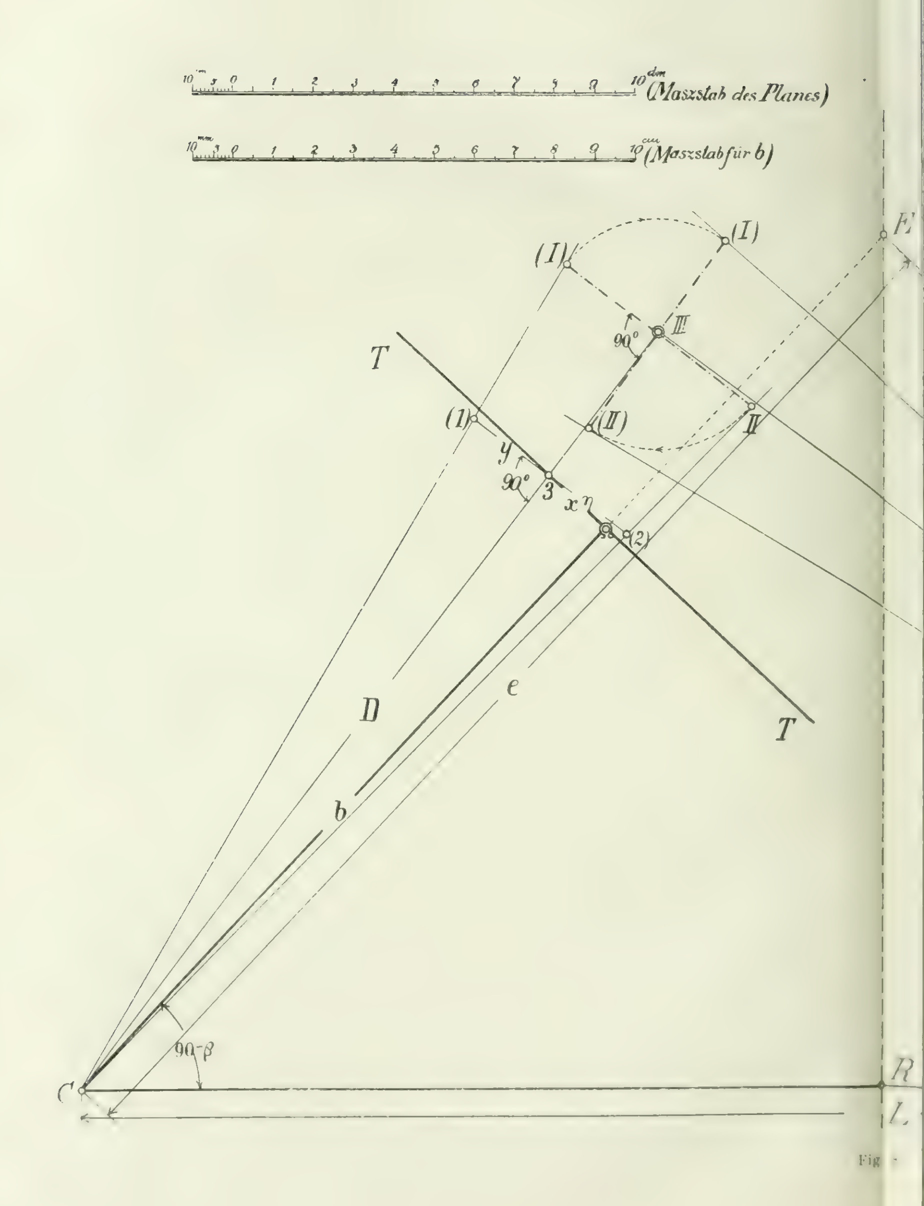
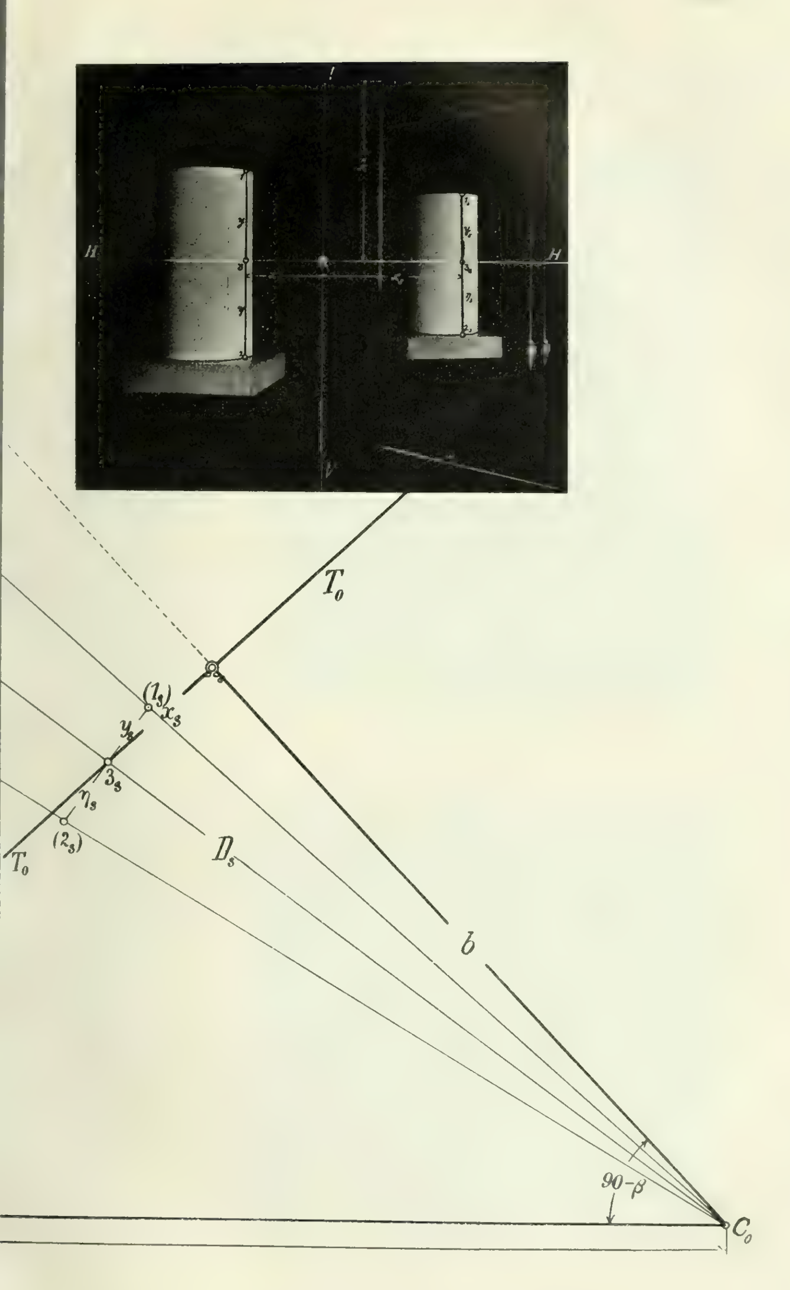



Fig. 7.

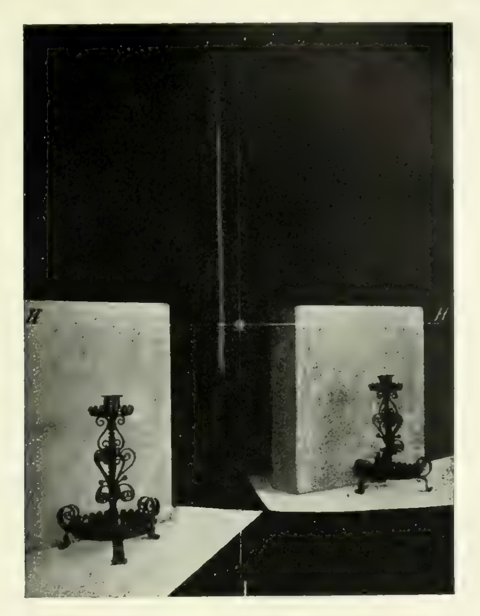


10 mm 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 dm (Maszstab des Planes)
10 mm 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 cm (Maszstab für b)
(I)
(I)
III
90°
T
(1)
(II)
II
y
90°
3
x
η
(2)
E
D
e
T
b
90-β
C
R
L

Fig


H
H
$T_o$
$(1_s)$
$x_s$
$y_s$
$3_s$
$\eta_s$
$(2_s)$
$T_o$
$D_s$
b
90-β
$C_o$

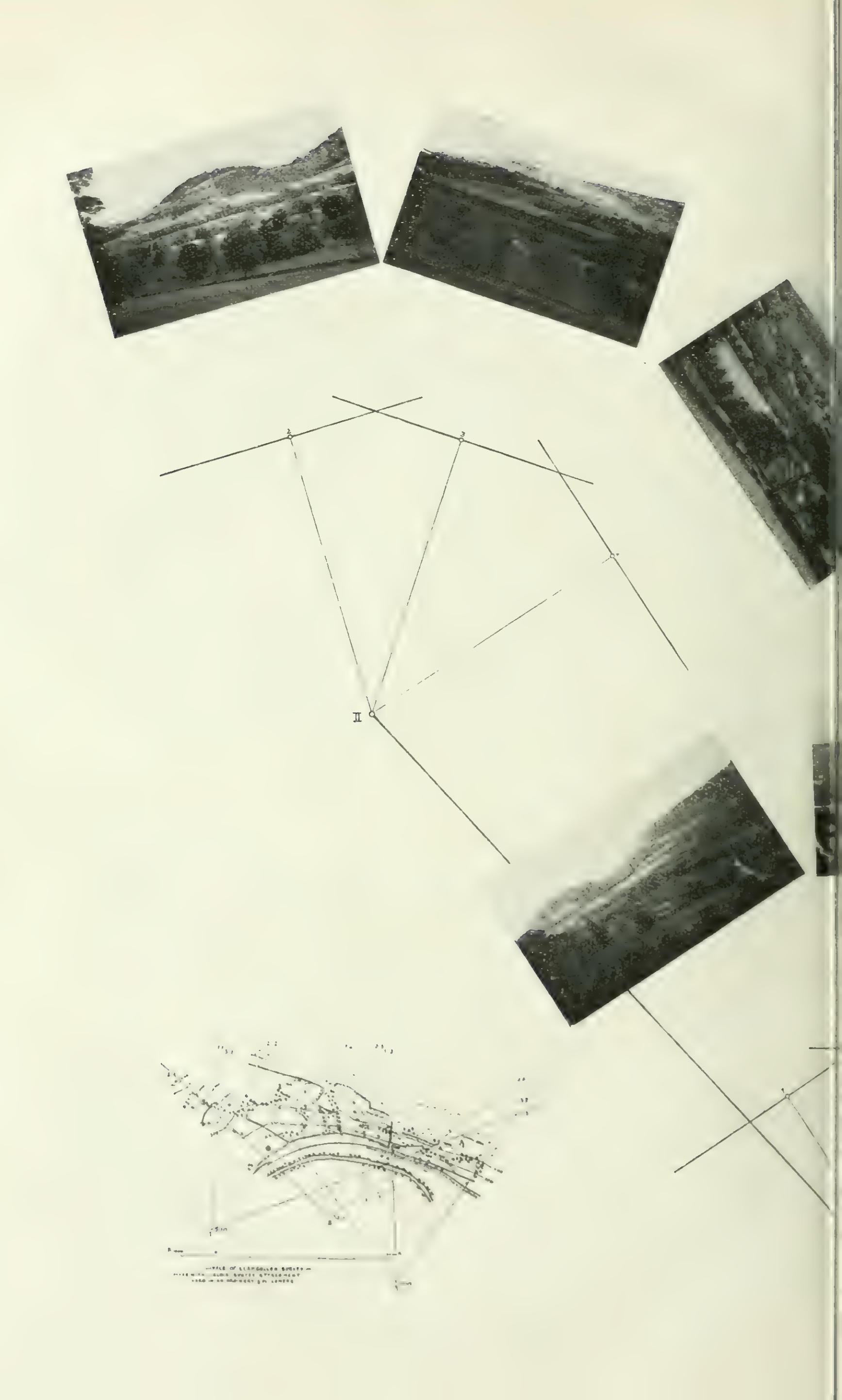
## Photogrammetrisch adjustierte Spiegelphotographien.




Schmiedeiserner Leuchter.

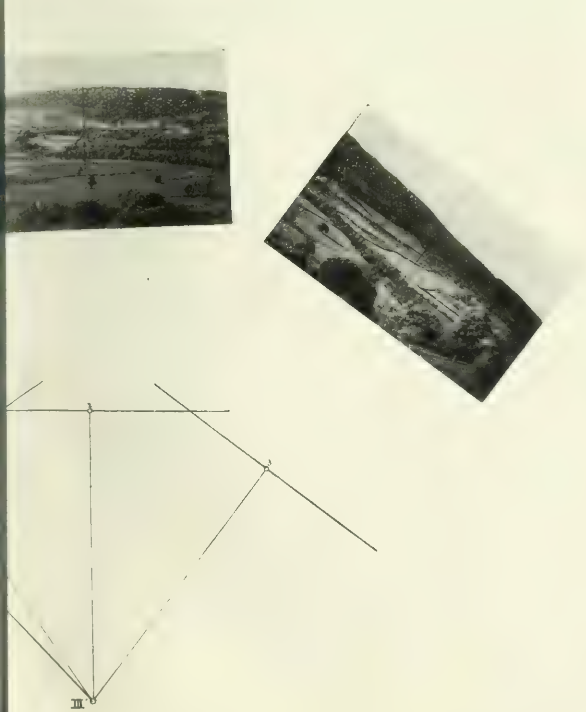



Antike Büste



# Photogrammetrische Aufnahme des Tales von Llangollen /England/ ausgeführt mit der Photokamera von Aldis

Basis 2665 engl. Fuß.



INTERNATIONALES

ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

Redakteur: Hofrat Prof. E. DOLEZAL in Wien

III. Jahrgang. Dezember 1912. Heft 3.

# Über die Konstruktion der Lage und der Höhe eines Punktes nach stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit gleichmäßig nach links oder rechts verschwenkten horizontalen Achsen.

Von Dr. C. Pulfrich in Jena.

(Mitteilungen aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiß in Jena.)[1]

Im Jahre 1905 haben die Herren Fuchs und von Hübl[2] rechnerische und zeichnerische Methoden angegeben, wie man nach stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit beliebig zueinander gerichteten horizontalen Achsen die Lage eines Punktes im Objektraum ermittelt. Eine allgemeine Anwendung haben diese Methoden bisher nicht gefunden. Selbst im k. u. k. Militärgeographischen Institut in Wien beschränkt man sich in der Anwendung dieser Methoden auf die Auswertung einer gegebenen Standlinie nach drei bestimmten Richtungen, indem man in jedem der beiden Standorte drei Aufnahmen macht, die eine mit normal zur Standlinie gerichteten horizontalen Achsen, die anderen mit genau 30° nach links und nach rechts verschwenkten Achsen.

Praktisch ist damit auch alles getan, was man mit einer Standlinie erreichen kann. Der horizontale Bildwinkel des photographischen Objektives wird von 45° (60°) auf 105° (120°) vergrößert, und man kann, wenn es darauf ankommt, nur eine Stereo-Aufnahme zu machen, jedes in diesen Winkelraum fallende Objekt mit einer der drei Stereo-Aufnahmen erreichen, wobei nur die Voraussetzung gemacht wird, daß man von der einen Station die andere anvisieren kann. Eine Vergrößerung des Verschwenkungswinkels über 30° hat wenig Wert, weil sonst der eine Standort allzu sehr hinter den anderen zu liegen kommt, und dadurch die Wirkung der Standlinie stark beeinträchtigt wird.

Aber auch in dieser Beschränkung hat die genannte Methode anderswo nur in sehr wenigen Fällen Anwendung gefunden. Woran das liegt, soll hier nicht erörtert werden. Tatsache ist, daß die meisten Beobachter sich nur ungern zu Aufnahmen mit verschwenkten Achsen entschließen und lieber

[1] Mit Bewilligung des Autors und des Redakteurs der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" zum Abdrucke gebracht.

[2] von Hübl: „Beiträge zur Stereo-Photogrammetrie" in „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien", XXIV. Band. Wien 1905.

eine neue Standlinie aufsuchen, die ihnen die Aufnahme des betreffenden Objektes nach dem Normalfall ermöglicht.

Inzwischen ist der von Orelsche Stereo-Autograph — man könnte ihn, da er in erster Linie für die automatische Aufzeichnung von Schichtlinien bestimmt ist, auch „Iso-Hypsograph" nennen — für beliebig gerichtete horizontale Achsen verwendbar gemacht worden. War das von der Firma Carl Zeiß auf Anregung des Herrn von Orel und zum Teil nach dessen Angaben gebaute Modell 1909 dieses Apparates in seiner Anwendung noch auf den Normalfall der Stereo-Photogrammetrie beschränkt, so ist das jetzt zur Ablieferung gelangte Modell 1911 nach meinen Angaben mit Einrichtungen versehen worden, die den Beobachter von der bisherigen Bedingung, daß die Platten bei der Aufnahme in einer Ebene liegen, vollständig frei machen. Es bleibt nur die Bedingung bestehen, daß die Achsen horizontal gerichtet sind, eine Forderung, die wenigstens auf dem festen Erdboden praktisch sehr leicht zu erfüllen ist und hier keine weitere Einschränkung in der Anwendung der Methode bedeutet.

In gleicher Weise verwendbar für Aufnahmen mit beliebig gerichteten horizontalen Achsen, in seiner Anwendung aber auf die automatische Übertragung von Punkten beschränkt, ist der im letzten Jahre von mir für bescheidenere Ansprüche konstruierte „Stereo-Kartograph", so wie ich ihn schon in meiner letzten Veröffentlichung[1]) genannt habe, den man aber vielleicht besser „Stereo-Kotograph" nennen sollte.

Eine allgemeine Anwendung des einen oder des anderen dieser beiden Apparate ist nicht zu erwarten. Es wird daher wohl auch in Zukunft der Normalfall in der Stereo-Photogrammetrie seine bisherige hervorragende Bedeutung überall da beibehalten, wo die Ermittlung der Lage und der Höhe eines Punktes wie bisher mit den einfachsten Mitteln, durch Ablesung der Maßstäbe am Stereo-Komparator und durch graphische Übertragung dieser Werte auf das Zeichenbrett, vor sich geht.

Aus dem Grunde habe ich mich in letzter Zeit besonders bemüht, für gleichmäßig nach links oder nach rechts verschwenkte Achsen ein graphisches Auftragverfahren auszuarbeiten, das tunlichst von der gleichen Einfachheit ist wie das Auftragverfahren für den Normalfall, um so endlich einmal die Beschränkung in Fortfall zu bringen, die das Festhalten an der Bedingung „Platten in einer Ebene" für die Anwendung der Stereo-Photogrammetrie bedeutet. Inwieweit mir das gelungen ist, mag man aus den folgenden Darlegungen entnehmen.

Nennenswerte Mehrforderungen an instrumentellen Hilfsmitteln gegenüber den bereits für den Normalfall vorhandenen werden nicht gestellt. Die Feldphototheodolite sind ohne weiteres für Aufnahmen mit verschwenkten Achsen eingerichtet und bei den Standphototheodoliten sind Reflexionsprismen mit konstanter Ablenkung für die Visierlinie des Fernrohres schon mehrfach für den gleichen Zweck im Gebrauch. Die für das Auftragverfahren selbst

1) C. Pulfrich, „Über eine einfache Vorrichtung zur Demonstration der Kurven gleicher Parallaxe" im „Archiv f. Photogrammetrie", III. Bd. Heft 2, 1912.

noch benötigten zeichnerischen Hilfsmittel werden weiter unten genannt werden. Jeder, der im Besitz einer stereophotogrammetrischen Einrichtung ist, kann daher von dem Verfahren sofort Gebrauch machen.

1. Die Aufnahmen mit verschwenkten Achsen.

Die Phototheodolite mit unter sich genau gleichen Brennweiten *(f)* der photographischen Objektive seien in den Endpunkten $M_1$ und $M_2$ der Standlinie $B$ aufgestellt, nach den Bedingungen für den Normalfall justiert und aus dieser ihrer Lage durch Drehen der Vertikalachse um den Winkel $\lambda$ gleichmäßig nach links (Fig. 1) oder nach rechts (Fig. 2) verschwenkt. Es kommen dann die optischen Achsen und die Platten $P_1$ und $P_2$ so zueinander und zu der Standlinie zu liegen, wie die kräftig ausgezogenen Linien in Fig. 1 und 2 anzeigen.

Über die Größe des Verschwenkungswinkels $\lambda$ wollen wir noch keine Entscheidung treffen. Wir verlangen aber, daß die optischen Achsen

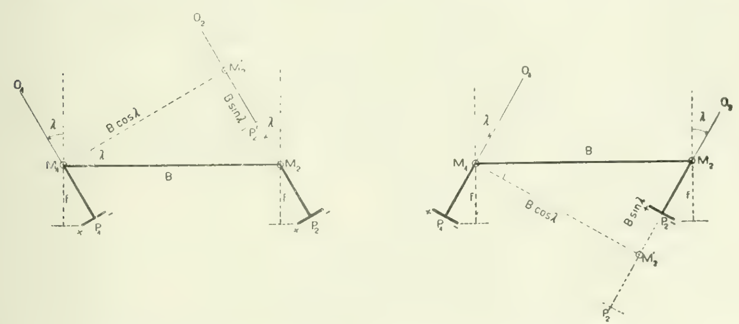



Fig. 1. Links. Fig. 2. Rechts.
Aufnahmen mit gleichmäßig nach links und rechts verschwenkten Achsen.

der beiden Kameras mit derselben Genauigkeit — bis zu 10″ — einander parallel gerichtet sein müssen, die auch in dem Normalfall der Stereo-Photogrammetrie verlangt wird.

Bei den Standphototheodoliten wird dieser Bedingung durch Befestigung eines der oben erwähnten Ablenkungsprismen vor dem Objektiv des Fernrohres Rechnung getragen. Die zusammengehörigen Prismen erhalten genau den gleichen Ablenkungswinkel, und die Visur des Fernrohres mit Prisma geht ebenso wie die Visur des Fernrohres ohne Prisma durch die vertikale Drehachse des Instrumentes hindurch. Jedes dieser Prismen kann für links und für rechts verschwenkte Achsen benutzt werden. Bei den Standphototheodoliten ist daher die bekannte, von mir aufgestellte Forderung, daß die Parallelstellung der beiden Achsen zueinander bis zum letzten Augenblick vor der Aufnahme revidiert und berichtigt werden kann, für die verschwenkten Achsen ebenso erfüllt wie für die normal zur Standlinie gerichteten Achsen.

Bei den Feldphototheodoliten ist das anders. Wir müssen uns

hier damit begnügen, den Apparat zuerst für den Normalfall einzustellen, in dieser Stellung alles für die Aufnahme vorzubereiten, so daß nach dem Herumschwenken der Kamera um den gemessenen Winkel $\lambda$ nur noch die Aufnahme selbst vorgenommen zu werden braucht. Daß man bei jeder neuen Aufnahme immer wieder auf die Normalstellung des Phototheodolits zurückgeht, versteht sich von selbst. Damit das Herumschwenken der Kamera glatt und mit ausreichender Genauigkeit vor sich geht, tut man gut, vor dem Herumschwenken der Kamera den Horizontalkreis auf den Nullstrich der Teilung einzustellen, wenn das Fernrohr auf die gegenüberliegende Station gerichtet ist. Auf diese Weise läßt sich selbst bei einem Horizontalkreis mit nur Minutenablesung die für $\lambda$ verlangte Genauigkeit erreichen, denn wir haben hier immer nur den Nullstrich eines der beiden Nonien mit den um $\lambda$ auseinanderliegenden Strichen der Teilung zur Einstellung zu bringen, eine Einstellung, die bekanntlich mit einer sehr viel größeren Genauigkeit vorgenommen werden kann, als die Ablesung des Kreises an einer beliebigen Stelle desselben mit Hilfe beider Nonien. Wenn man also in beiden Standorten nicht allein denselben Nonius, sondern auch dieselben Striche am Horizontalkreis benutzt, so haben auf die Parallelstellung der beiden Achsen zueinander weder der Exzentrizitätsfehler noch die Teilungsfehler des Horizontalkreises einen Einfluß.

2. Der geometrische Ort der Punkte gleicher Parallaxe für Aufnahmen mit gleichmäßig nach links oder nach rechts verschwenkten horizontalen Achsen.

In einem vor kurzem erschienenen Aufsatz[1]) habe ich ein einfaches Verfahren angegeben, wie man sich schnell und in größter Anschaulichkeit eine Vorstellung von der Gestalt und der Lage der Kurven gleicher Parallaxe unter den verschiedenen Aufnahmebedingungen verschaffen kann. Wir wollen an die dort beschriebenen Versuche anknüpfen und gehen aus von dem Normalfall in der Stereo-Photogrammetrie: Die Achsen sind genau parallel zueinander und senkrecht zur Standlinie gerichtet, die Punkte gleicher Parallaxe liegen auf einer Vertikalebene parallel zur Standlinie.

In den beiden obigen Figuren denken wir uns daher die beiden Kameras zuerst in $M_1$ und in $M_2$ mit ihren Achsen senkrecht zu der Standlinie

[1]) C. Pulfrich: „Über eine einfache Vorrichtung zur Demonstration der Kurven gleicher Parallaxe" im „Archiv f. Photogrammetrie", III. Bd., Heft 2. 1912.

Das hier beschriebene Verfahren, von den auf Papier gezeichneten Strahlensystemen photographische Aufnahmen zu machen und die erhaltenen Negative aufeinanderzulegen, so daß von den durchsichtigen Strichen auf undurchsichtigem Grunde immer nur die Schnittpunkte übrig bleiben, ist in gleicher Weise für jede andere Art von Strichzeichnungen verwendbar und daher für den mathematischen Unterricht besonders beachtenswert. So kann man z. B. durch Aufeinanderlegen von konzentrischen Kreisen und parallelen Geraden, deren Abstand voneinander gleich ist dem Unterschied der Radien, eine Schar von Parabeln als Illustration zu der bekannten Parabelkonstruktion erzeugen. Ebenso lassen sich in dieser Weise kinematographische Erscheinungen hervorrufen, so z. B. durch Aufeinanderlegen und Verschiebung von Zeichnungen mit nur parallelen Geraden das bekannte Zaun-Phänomen u. dgl. m.

$M_1 M_2 = B \cdot \cos \lambda$ aufgestellt und verschieben von hier aus die rechte Kamera in der Richtung der optischen Achse des Objektives, in Fig 1 nach rückwärts, in Fig. 2 nach vorwärts, um $B \cdot \sin \lambda$. Nach dieser Verschiebung steht dann die zweite Kamera wieder in $M_2$, und wir wollen jetzt sehen, wohin bei dieser Verschiebung die auf einer Geraden parallel zu $M_1 M_2'$ gelegenen Punkte gleicher Parallaxe gelangen.

Unter der Parallaxe verstehen wir wieder die mit dem Stereo-Komparator gemessene Differenz der Abszissen $x_1$ und $x_2$ der beiden Bildpunkte z. B. von $p_1$ und $p_2$ in Fig. 3):

$$a = x_1 - x_2. \qquad (1)$$

$x_1$ und $x_2$ rechnen wir bei dem Normalfall $+$ $(-)$ für alle rechts (links) von der optischen Achse gelegenen Punkte des Objektraumes.

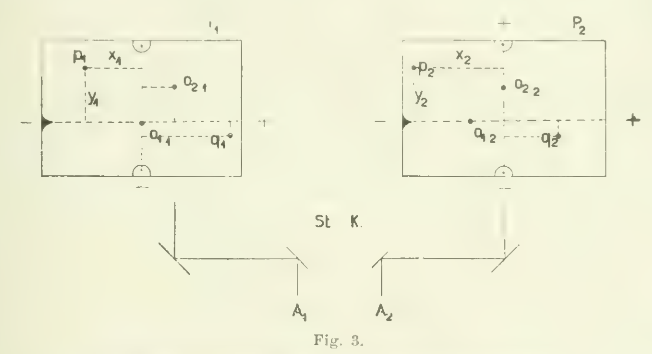



Fig. 3.

Die Lage der beiden Platten auf dem Stereo-Komparator

Auch hier haben die senkrecht übereinander gelegenen Punkte des Objektraumes geradeso wie bei dem Normalfall immer die gleiche Parallaxe, da ja an der horizontalen Lage der optischen Achse (Vertikalstellung der Platte) nichts geändert wird.

Ebenso ist hier wie bei dem Normalfall die Parallaxe für unendlich ferne Objekte gleich Null. Es kommen daher, unbekümmert um das Vorzeichen von $x_1$ und $x_2$, immer nur positive Werte von $a$ in Frage.

In Fig. 4 sei $G\,G'$ die Schnittlinie der Horizontalebene mit der zu $a$ gehörigen Ebene gleicher Parallaxe.

Für ihren Abstand $E_a'$ von $M_1 M_2'$ können wir somit schreiben

$$E_a' = \frac{f}{a} B \cos \lambda \qquad (2)$$

Von vier Punkten dieser Geraden und damit von den durch sie hindurchgehenden Vertikalen in der Ebene gleicher Parallaxe können wir ferner sofort angeben, wohin sie bei der Verschiebung der rechten Kamera von $M_2'$ nach $M_2$ gelangen.

Der erste dieser vier Punkte ist der Schnittpunkt $O_2$ der in sich verschobenen Achse $M_2 O_2$ mit der Geraden $G' G'$. Sein Abstand von $M_1 M_2'$ bleibt daher ungeändert $= E_0'$.

Der zweite Punkt ist $O_1'$. Er rückt, da $M_2 O_1 \parallel M_2' O_1'$ ist, um $B \cdot \sin \lambda$ auf der Achse $M_1 O_1$ für links verschwenkte Achsen auf $M_1$ zu und für rechts verschwenkte Achsen von $M_1$ fort.

Der dritte Punkt ist $(M_1)$ und der vierte $(M_2)$. $(M_1)$ ist so gelegen, daß $(M_1)\, M_2' \parallel M_1 M_2$ ist; $(M_2)$ liegt in der Verlängerung von $M_1 M_2$. Rückt also $M_2'$ nach $M_2$, so wandern $(M_1)$ nach $M_1$ und $(M_2)$ nach $M_2$.

Wir sehen ferner, daß die Punkte $O_1$ und $O_2$ symmetrisch liegen zu den Punkten $M_1$ und $M_2$, und daß die Symmetrieachse ($SA$ in Fig. 4) in

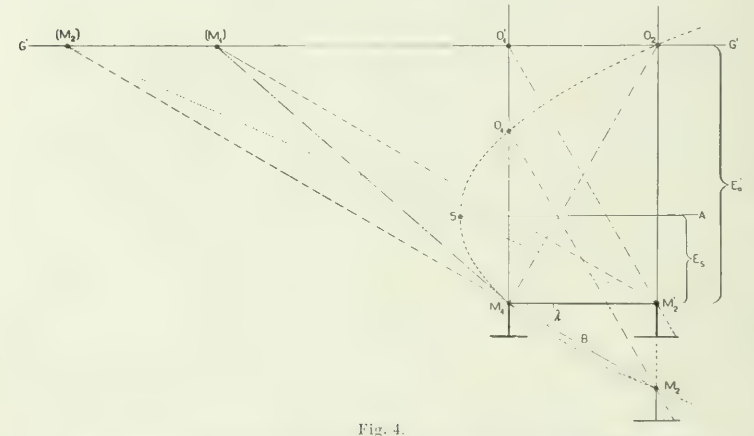



Fig. 4.

Die in bezug auf $SA$ symmetrische Lage der Punkte $O_1$ und $O_2$ zu $M_1$ und $M_2$.

dem Abstand von $M_1 M_2'$ gelegen ist, der sich berechnet zu

$$E_S = \frac{E_0' \mp B \cdot \sin \lambda}{2}. \qquad (3)$$

Das negative Vorzeichen gilt für links, das positive Vorzeichen für rechts verschwenkte Achsen.

Die Lage der übrigen Punkte gleicher Parallaxe können wir vorläufig nur angenähert angeben. Wir wissen aus der früher von mir angegebenen Konstruktion[1]) und aus den oben erwähnten Versuchen, daß die sämtlichen Punkte gleicher Parallaxe auf einer Kurve gelegen sind, deren Verlauf angenähert durch die in Fig. 4 eingezeichnete punktierte Kurve bezeichnet ist.

Wir denken uns jetzt die zweite Kamera, nachdem sie in $M_2$ angekommen ist, in der Richtung desjenigen Punktes, dessen Abstand von $M_1 M_2'$ wir

[1]) C. Pulfrich: Neue stereoskopische Methoden und Apparate für die Zwecke der Astronomie, Topographie und Metronomie. I. Lieferung. Berlin 1903

bestimmen wollen, ohne daß wir an der Richtung der optischen Achse etwas ändern, verschoben, für links verschwenkte Achsen (siehe Fig. 5) nach vorwärts, für rechts verschwenkte Achsen (siehe Fig. 6) nach rückwärts, und jedesmal so weit, daß das Objektiv in die gerade Verbindungslinie von $M_1$ und $M_2'$ zu liegen kommt.

Dann haben wir wieder für den betreffenden Punkt und die durch ihn hindurchgehende Vertikale die gleichen Versuchsbedingungen wie für den Normalfall. Würde man also annehmen, daß die zweite Aufnahme nicht in $M_2$, sondern in einem der Punkte $M_2''$, $M_2'''$ ... gemacht sei, so würden zu den vorhandenen Bildpunkten gleicher Parallaxe jetzt diejenigen Objektpunkte gehören, die auf einer Vertikalebene parallel zu $M_1 M_2'$ gelegen sind. Diese Ebene hat dann mit der zylindrischen Fläche gleicher Parallaxe ($P O_1 O_2 Q$) immer eine, aber auch nur eine Vertikale gemeinsam.

Die so erhaltene Basis ist für jeden neuen Punkt unserer Kurve eine andere, läßt sich aber wie folgt berechnen:

$$\text{Basis} = B\cdot\cos\lambda + B\cdot\sin\lambda\cdot\operatorname{tg}\beta, \qquad (4)$$

unter $\beta$ den Richtungsunterschied des Strahles, auf dem die Verschiebung der zweiten Kamera vorgenommen wurde, mit der optischen Achse $M_2 O_2$ verstanden.

Die gesuchte Entfernung $E_0$ des Punktes ist somit nach der bekannten Abstandsgleichung für den Normalfall gleich dem in Gleichung (4) angegebenen Ausdruck multipliziert mit $\frac{f}{a}$.

Ersetzen wir ganz allgemein

$$\operatorname{tg}\beta \text{ durch } \frac{x_2}{f} \text{ und } x_2 \text{ durch } x_1 - a,$$

so erhalten wir für den gesuchten Abstand irgendeines Punktes der Kurve gleicher Parallaxe von $M_1 M_2'$ für links verschwenkte Achsen den Ausdruck

$$E_0 = E_0' - B\sin\lambda - \frac{x_1}{a}\cdot B\sin\lambda, \qquad (5)$$

und für rechts verschwenkte Achsen den Ausdruck

$$E_0 = E_0' + B\sin\lambda - \frac{x_1}{a}\cdot B\sin\lambda. \qquad (6)$$

In beiden Formeln erhält das letzte Glied rechts das entgegengesetzte Vorzeichen, wenn $x_1$ das — Vorzeichen hat, der Objektpunkt also links von der Achse $M_1 O_1$ gelegen ist.

Da nach Gleichung (2)

$$\frac{1}{a} = \frac{E_0}{f\cdot B\cos\lambda},$$

so können wir die beiden Gleichungen (5) und (6) auch so schreiben

$$E_0 = E_0' - B\cdot\sin\lambda - \frac{x_1}{f}\,E_0\operatorname{tg}\lambda \qquad (5\,a)$$

und

$$E_0 = E_0' + B\sin\lambda - \frac{x_1}{f}\,E_0\operatorname{tg}\lambda \qquad (6\,a)$$

3. Die Bestimmung der Höhe.

Bei den Aufnahmen mit verschwenkten Achsen erfolgt die Messung der Höhe genau so wie bei dem Normalfall. Denn nachdem einmal die auf der Achse $M_1 O_1$ gemessene Entfernung $E_0$ des Punktes ermittelt ist, brauchen wir die rechte Platte und die stereoskopische Beobachtung nicht mehr, und wir haben es nur noch mit der linken Platte zu tun. Wir stellen daher die

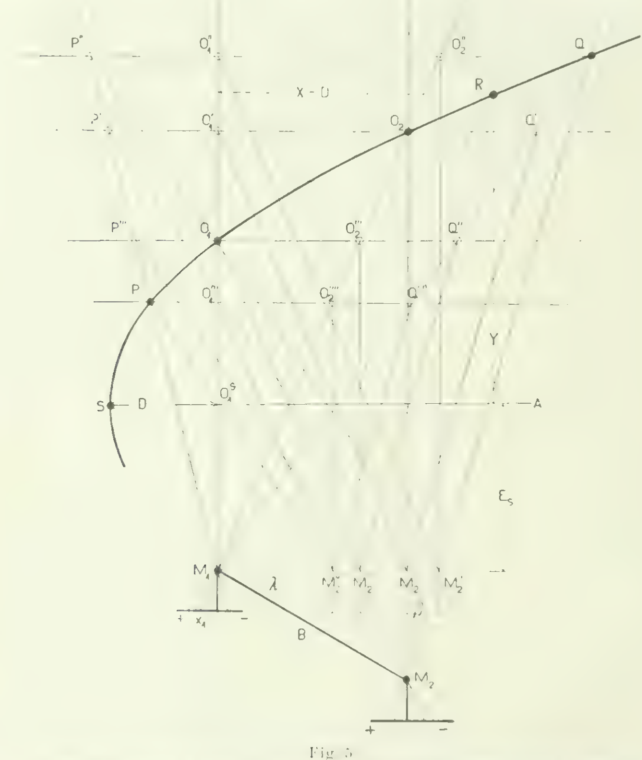



Fig. 5.
Lage der Punkte gleicher Parallaxe für 30° links verschwenkte Achsen.

Marke im linken Okular des Stereo-Mikroskopes auf den betreffenden Punkt ein und erhalten aus der Ablesung ($y_1$) des Nonius am Höhenmaßstab des Stereo-Komparators die gesuchte Höhe des Punktes zu

$$H = H_1 + \frac{y_1}{f} \cdot E_0, \qquad (7)$$

unter $H_1$ die Höhe des photographischen Objektives in der linken Aufnahmestation verstanden. Das letzte Glied hat das positive oder negative Vor-

zeichen, wenn der Punkt auf der linken Platte über oder unter dem Plattenhorizont (siehe Fig. 3) gelegen ist.

4. Die Kurve gleicher Parallaxe ist eine Parabel mit dem Parameter $2p = E_0' \cdot \mathrm{tg}\,\lambda$.

Was zunächst den Scheitelpunkt $S$ der Kurve anbetrifft, so wissen wir aus den Erörterungen unter 2, daß sein Normalabstand von $M_1 M_2$ gleich

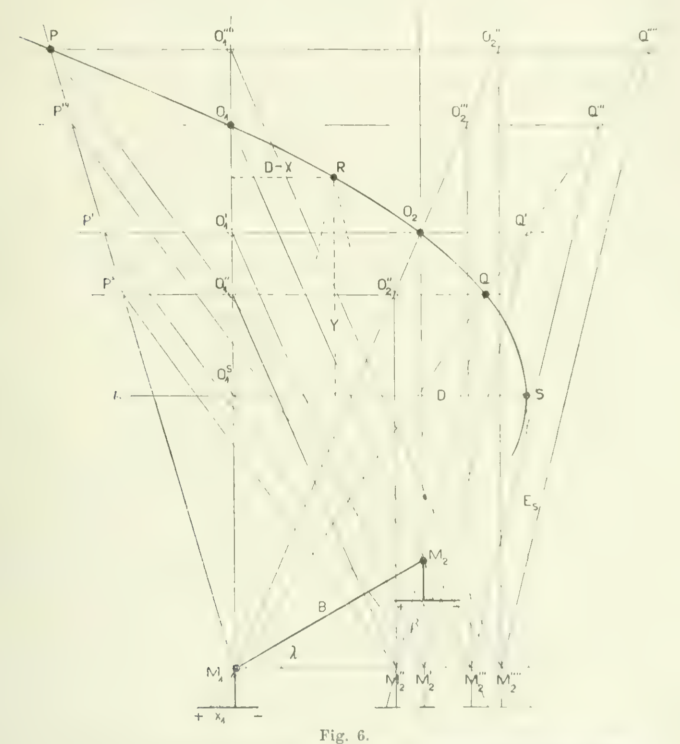



Fig. 6.
Lage der Punkte gleicher Parallaxe für 30° rechts verschwenkte Achsen.

ist $E_S$ in Formel (3). Für die beiden ersten Glieder der beiden Formeln (5a) und (6a) können wir somit $2E_S$ setzen.

Für den Normalabstand $D$ des Scheitelpunktes $S$ von der optischen Achse $M_1 O_1$ ($S O_1'$ in den Fig. 5 und 6) erhalten wir ferner, unter $x_1 = x_S$ die Bildpunktsabszisse des Scheitelpunktes auf der linken Platte verstanden (— für links und + für rechts verschwenkte Achsen), wegen

$$x_S : f = D : E_S$$

und

$$E_S - 2E_S = \frac{D}{E_S} E_0' \operatorname{tang} \lambda$$

den Wert[1]:

$$D = \frac{E_S^2}{E_0' \operatorname{tang} \lambda}. \qquad (8)$$

Wir machen jetzt $S$ zum Anfang eines rechtwinkeligen Koordinatensystems mit der Symmetrieachse $SA$ als $X$-Achse. Dann ist in den Gleichungen (5a) und (6a) für den in den Fig. 5 und 6 beliebig gewählten Punkt $R$ zu setzen:

$$E_0 = E_S - Y,$$

$$\frac{x_1}{f} = \frac{X - D}{E_S - Y}$$

für links verschwenkte Achsen und

$$\frac{x_1}{f} = \frac{D - X}{E_S - Y}$$

für rechts verschwenkte Achsen.

Somit ergibt sich in beiden Fällen

$$(E_S - Y)^2 = 2E_S(E_S - Y) + E_0' \,.\, tg\,\lambda \,.\, X - E_S^2,$$

und wir erhalten für unsere Kurve gleicher Parallaxe die Gleichung

$$Y^2 = E_0' \, tg\,\lambda \,.\, X, \qquad (9)$$

das ist die Gleichung einer Parabel mit dem Parameter $2p = E_0' \, tg\,\lambda$. Der Brennpunkt der Parabel liegt $\frac{1}{4} E_0' \,.\, tg\,\lambda$ vom Scheitel entfernt.

Wie man sofort sieht, ist für denselben Verschwenkungswinkel $\lambda$ und für die gleiche Entfernung $E_0'$ die Parabel für rechts verschwenkte Achsen identisch mit der Parabel für links verschwenkte Achsen. Dreht man die eine Parabel um eine durch die Mitte der Standlinie und parallel zur Achsenrichtung gezogene Gerade als Achse um 180° herum und verschiebt sie in der Richtung dieser Geraden um $B \sin \lambda$, den Unterschied der beiden Werte für $E_S$, so fallen die beiden Kurven vollständig zusammen.

Mit der vorbeschriebenen Kurve ist ohne weiteres auch die Fläche gleicher Parallaxe bestimmt. Denn da die senkrecht übereinandergelegenen Punkte des Objektraumes auch im Bilde senkrecht übereinanderliegen und daher die gleiche Parallaxe besitzen, so ist die Fläche gleicher Parallaxe für gleichmäßig nach links oder rechts verschwenkte Achsen ein gerader Zylinder mit der obigen Parabel als horizontaler Querschnitt.

5. Die geometrische Deutung der beiden Abstandsgleichungen (5a) und (6a) und die Konstruktion der einzelnen Parabelpunkte aus $a$ ($E_0'$) und $x_1$.

Wir ziehen in den Fig. 7 und 8 die durch die Punkte $O_1$ und $O_2$ gehende Gerade und zu ihr durch $O_1'$ eine Parallele. Diese beiden Geraden schneiden die Gerade $G'G'$ unter dem Verschwenkungswinkel $\lambda$, und ihr

[1] Man kann den Scheitelpunkt $S$ auch konstruieren (siehe weiter unten die Fig. 7 und 8).

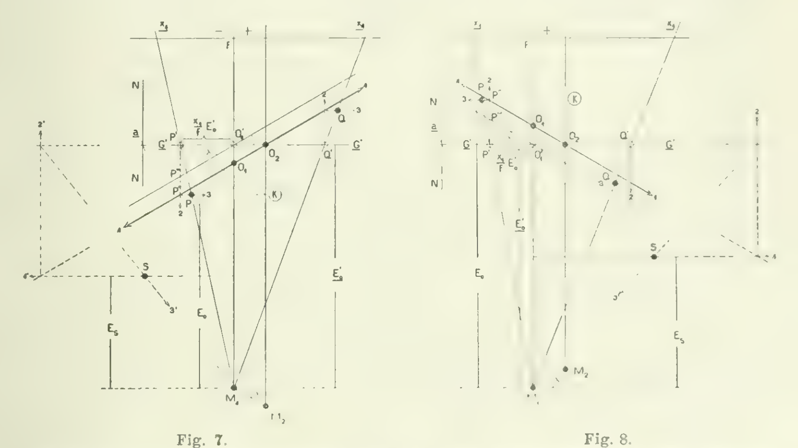
Abstand voneinander ist, in der Richtung der optischen Achse gemessen, gleich $B \cdot \sin \lambda$.

In dem durch $a$ und $x_1$ gegebenen Punkt $P'$ errichten wir auf der Geraden $G' G'$ eine Senkrechte, welche die beiden Parallelen in $P''$ und $P'''$ schneidet. Da nun wegen

$$P' O_1' = \frac{x_1}{f} E_0'$$

$$P' P''' = \frac{x_1}{f} \cdot E_0' \cdot \operatorname{tg} \lambda \text{ und } P'' P''' = B \cdot \sin \lambda,$$

so findet jedes einzelne Glied der beiden Gleichungen (5 a) und (6 a) unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Vorzeichens von $x_1$




Geometrische Deutung der einzelnen Glieder der Abstandsgleichungen (5 a) und (6 a) und Konstruktion $A$

für links verschwenkte Achsen. für rechts verschwenkte Achsen.

seinen geometrischen Ausdruck in einer geraden, parallel zur optischen Achse gelegenen Strecke, und wir erhalten daher die folgende Punktkonstruktion[1]):

*A.* Wir ziehen durch die beiden Punkte $O_1$ und $O_2$ eine Gerade (1 in den Fig. 7 und 8) und errichten in dem Punkt $P'$ auf $G' G'$ eine Senkrechte (2), welche die Gerade 1 in $P''$ schneidet. Durch den Punkt $P''$ ziehen wir dann parallel zu $G' G'$ eine Gerade (3) und erhalten in dem Schnittpunkt $P$ mit dem $x_1$-Strahl den gesuchten zu $x_1$ und $a$ ($E_0'$) gehörigen Parabelpunkt.

Mit dieser Konstruktion ist die Lage des Punktes in ausreichender Genauigkeit bestimmt. Sie ist der Konstruktion durch Strahlenziehen von

[1]) Siehe auch von Hübl: „Beiträge zur Stereophotogrammetrie" in den „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes zu Wien". XXIV. Band, Wien 1905.

$M_1$ und $M_2$ weit überlegen, denn wir haben es hier nicht mehr mit den spitzen Winkeln, sondern mit relativ großen Winkeln zu tun, und es ist daher bei einigermaßen sorgfältiger Ausführung der Zeichnung sehr wohl möglich, eine zeichnerische Genauigkeit in der Punktbestimmung im Betrage von wenigen Zehntel eines Millimeters zu erreichen.

Die Konstruktion $A$ ist keine neue Parabelkonstruktion. In der „Hütte" 1905, dem Taschenbuch der Ingenieure, ist in Abteilung I, S. 99, die gleiche Konstruktion für den Fall angegeben (siehe Fig. 9), daß außer dem Scheitel $A$ der Parabel und der Achse $AO$ noch ein Punkt $B$ der Parabel gegeben ist:

Wir verbinden $A$ mit $B$, ziehen $BC \parallel AO$ und $AC$ senkrecht zu $AO$. Wir wählen auf $AB$ einen beliebig gelegenen Punkt $D$ und ziehen durch ihn eine Parallele $DE$ und eine Senkrechte $DF$ zu $AO$. Verbindet man $A$ mit $F$, so ist der Schnittpunkt $P$ mit $DE$ ein Punkt der Parabel.

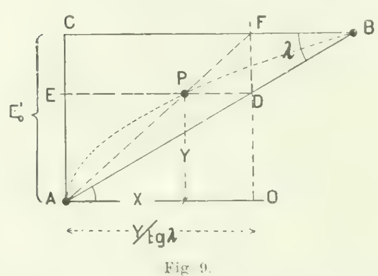


Fig. 9.

Auch der Parameter ist der gleiche. Denn setzen wir $AC = E_0'$, $\sphericalangle ABC = \lambda$ und machen $A$ zum Anfang eines rechtwinkeligen Koordinatensystems mit $AO$ als $X$-Achse, so ist auch hier (siehe Fig. 9), wegen

$$y : X = E_0' : \frac{y}{\operatorname{tg} \lambda},$$

$$y^2 = E_0' \cdot \operatorname{tg} \lambda \cdot X.$$

Für die beiden Punkte $O_1$ und $O_2$ der Parabel (siehe Fig. 7 und 8) brauchen wir keine Konstruktion. Von dem Punkt $O_2$ wissen wir, daß seine Entfernung $E_0 - E_0'$ ist, und der Punkt $O_1$ liegt bei links verschwenkten Achsen $B \cdot \sin \lambda$ vor $O_1'$ und bei rechts verschwenkten Achsen ebensoviel hinter $O_1'$.

Die in den Fig. 7 und 8 durchgeführte Konstruktion des Scheitelpunktes $S$ (siehe oben S. 160) ist eine Umkehrung der Konstruktion $A$ in der Reihenfolge der drei Geraden $1'$, $2'$ und $3'$.

Wegen des Punktes $K$ in den Fig. 7 und 8 und wegen der beiden punktierten Geraden $P'K$ und $KP$ siehe unter 8.

6. Die Lage der einzelnen Parabeln zueinander.

Einen allgemeinen Überblick über die zu einem bestimmten Verschwenkungswinkel gehörige Schar von Parabeln erhält man bereits durch den früher[1]) beschriebenen Versuch mit den beiden photographischen Platten. Die in Fig. 10 gezeichneten Parabeln sind nach dem soeben angegebenen Verfahren für $\lambda = 30°$, Achsen links verschwenkt, konstruiert, ebenso die Scheitelpunkte $S$ und die Brennpunkte $F$. Entsprechend den obigen Ausführungen geht jede Parabel durch die beiden Aufnahmestationen $M_1$ und $M_2$ hindurch, und die Schnittpunkte $O_1$ und $O_2$, in denen sie die beiden optischen Achsen $M_1 O_1$ und $M_2 O_2$ durchschneidet, liegen auf einer Geraden, die mit der Standlinie $M_1 M_2$ immer den gleichen Winkel $(2\lambda)$ bildet.

[1]) Siehe oben S. 160.

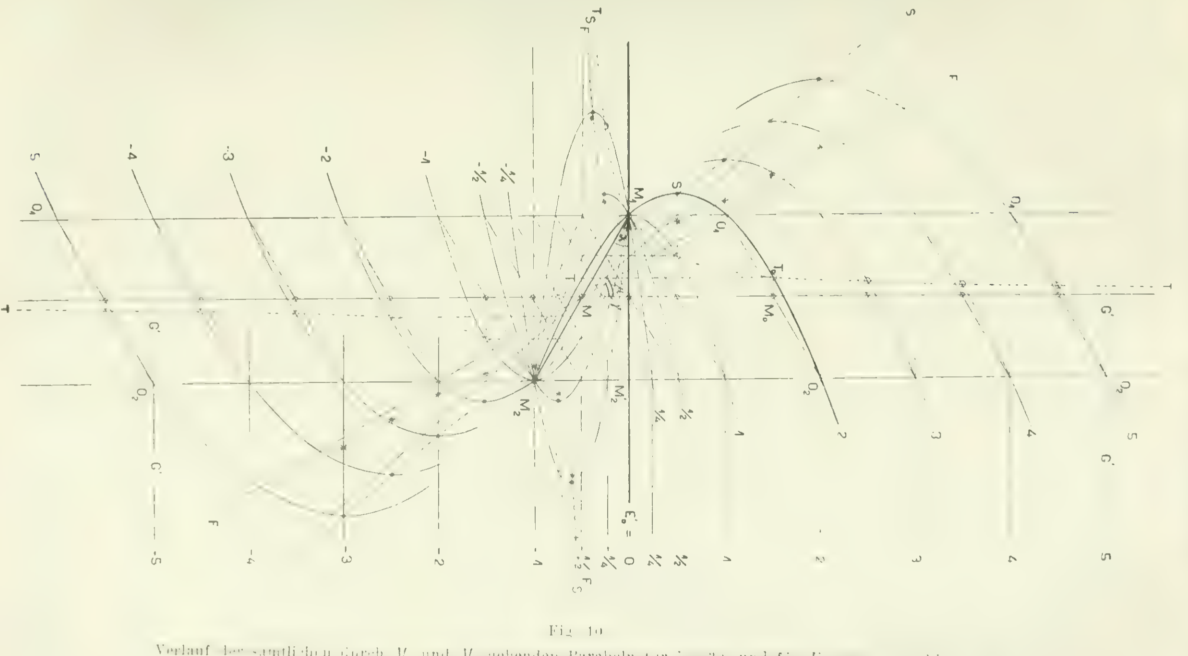



Fig. 10

Verlauf der sämtlichen durch $M_1$ und $M_2$ gehenden Parabeln für $\lambda = 30°$ und für $F_s$ von [illegible] bis [illegible]

Für $E_0' = 0$ wird die Parabel zu zwei parallelen Geraden, von denen die eine durch $M_1$, die andere durch $M_2$ geht.

Die in Fig. 10 durchgeführte Konstruktion von Parabeln für **negative** Werte von $E_0'$ hat zunächst nur den Zweck, daß sie über den regelmäßigen Verlauf der Brennpunktskurve $F$ und der Scheitelpunktskurve $S$ Aufschluß gibt. Die Konstruktion hat aber auch noch eine andere Bedeutung. Stellt man nämlich auf der stark ausgezogenen Geraden, von wo aus die Entfernungen $E_0'$ + nach oben und — nach unten gerechnet werden, einen ebenen, vertikal gerichteten Spiegel auf, und betrachtet man die vor dem Spiegel befindlichen Teile der Zeichnung im Spiegelbild, so zeigt dieses die Schar der Parabeln für **rechts** verschwenkte Achsen, denn die bisher negativen Werte für $E_0'$ sind im Spiegelbild positiv, und aus $\lambda$ ist, entsprechend dem Übergang des negativen Vorzeichens von $E_0'$ in Formel (9) an tang $\lambda$, $360^\circ - \lambda$ geworden.

Die sämtlichen Parabeln sind einander ähnlich, und man kann z. B. durch photographische Abbildung oder mit einem Pantographen die eine Kurve aus der anderen ableiten. Leider aber fehlt den Kurven das allen gemeinsame Projektionszentrum. Daß $M_1$ ein solches nicht ist, ist klar, denn sonst könnten nicht alle Kurven durch $M_1$ und $M_2$ hindurchgehen.

Am besten gelegen ist noch der Mittelpunkt $M$ der Standlinie $M_1 M_2$; aber auch dieser Punkt ist kein Projektionszentrum, denn sonst müßten die Scheitelpunkte $S$ auf einer durch $M$ gehenden Geraden liegen, und das gleiche müßten die Brennpunkte $F$ tun. Das ist aber, wie aus Fig. 10 zu ersehen ist, nur angenähert der Fall.

Die Scheitelpunkte $S$ und die Brennpunkte $F$ liegen auf hyperbolischen Kurven, die sich mit immer größer werdender Entfernung $E_0'$ den beiden Geraden in Fig. 10 asymptotisch nähern. Der Winkel, den diese Geraden mit der Richtung der Parabelachse bilden, berechnet sich für die Gerade $S$ aus

$$\text{tang}\,\mu = \frac{D + \frac{1}{2} B \cos\lambda}{E_S - \frac{1}{2} B \sin\lambda},$$

wo für sehr große Entfernungen $E_0'$ zu setzen ist

$$E_S = \tfrac{1}{2} E_0 \quad \text{und} \quad D = \frac{E_0'}{4\,\text{tang}\,\lambda},$$

zu

$$\text{tang}\,\mu = \frac{1}{2\,\text{tang}\,\lambda}, \text{ z. B. für } \lambda = 30^\circ\ \mu = 40^\circ 52', \qquad (10)$$

und für die Gerade $F$ aus

$$\text{tang}\,\gamma = \frac{D - \frac{1}{2} B \cos\lambda - \frac{1}{4} E_0' \,\text{tang}\,\lambda}{E_S + \frac{1}{4} B \sin\lambda}$$

unter der gleichen Voraussetzung eines sehr großen Wertes für $E_0'$

$$\text{tang}\,\gamma = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\text{tang}\,\lambda} - \text{tang}\,\lambda\right), \text{ z. B. für } \lambda = 30^\circ\ \gamma = 30^\circ \qquad (11)$$

Das Fehlen eines allen Parabeln gemeinsamen Projektionszentrums hat zur Folge, daß wir den Pantographen nicht direkt auf das Zeichenbrett auf-

setzen können. Wäre $M_1$ ein solches Projektionszentrum, so hätte man bloß in den auf dem Zeichenbrett bereits vorhandenen Drehzapfen für das Schwenklineal die Drehachse des Pantographen einzusetzen, den Pantographen auf $E_0'$ einzustellen, und man könnte dann nach einer einmal mit größter Sorgfalt konstruierten Leitparabel die zu $E_0'$ gehörige Parabel auf das Zeichenbrett zeichnen. An dieser Kurve entlang würde man dann genau so arbeiten, wie bisher bei dem Normalfall in der Stereo-Photogrammetrie entlang der Geraden $G\,G$, senkrecht zur optischen Achse.

Vor der Hand wollen wir daher von der Verwendung von Parabelkurven ganz absehen. Ich komme darauf weiter unten zurück und werde dann auch die bisher noch nicht erwähnte Kurve $T$ in Fig. 10 erläutern.

7. Vereinfachung der unter 5 angegebenen Konstruktion $A$ eines Parabelpunktes.

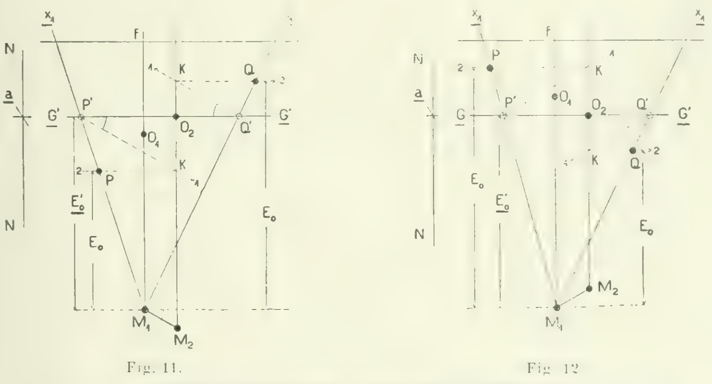



Fig. 11. Fig. 12.

Konstruktion $A^*$ (gegeben $a$ ($E_0$) und $x_1$, gesucht $L_0$)
für links verschwenkte Achsen — für rechts verschwenkte Achsen.

Die Konstruktion $A$ hat den Nachteil, daß die Zeichenfläche schon nach kurzer Zeit überdeckt ist von einer großen Anzahl von Hilfslinien, die die Übersicht erschweren und leicht zu Verwechslungen Anlaß geben. Natürlich wird man überall da, wo es zulässig ist, nicht die Linien in ihrer ganzen Ausdehnung über das Zeichenbrett, sondern immer nur die Schnitte zeichnen; aber die Gerade $G'\,G'$ in Fig. 7 und 8 und die durch $O_1$ und $O_2$ gehende Gerade 1 müssen für jedes neue $a$ in ihrer ganzen Länge gezogen werden, damit sie für jedes $x_1$ zur Verfügung stehen.

Es ist daher schon ein großer Fortschritt, wenn auch nur eine dieser Hilfslinien in Fortfall kommt[1]. Diesen Fortschritt zeigt die vorstehende Konstruktion $A^*$ (siehe Fig. 11 und 12).

[1] Herr v. Orel, dem ich vor kurzem bei Gelegenheit eines Besuches in Jena den Inhalt dieses Aufsatzes erläuterte, hat mir erklärt, daß er schon seit längerer Zeit bei seinen Arbeiten mit verschwenkten Achsen an Stelle der Konstruktion $A$ die Konstruktion $A^*$ verwende.

$A^*$. Wir ziehen durch den Punkt $P'$ eine Parallele 1 zur Standlinie, schneiden mit ihr die Achse $M_2\,O_2$ in $K$ und errichten in $K$ auf $M_2\,O_2$ eine Senkrechte 2; ihr Schnittpunkt mit dem $x_1$-Strahl ist der gesuchte Punkt $P$.

Auch in dieser Konstruktion wird man, wie aus den Fig. 11 und 12 ersichtlich, die einzelnen Glieder der beiden Abstandsgleichungen 5a) und 6a) sofort wiedererkennen und der Zusammenhang mit den Fig. 7 und 8, S. 167, wird sofort verständlich, wenn wir dort die Linie $P'\,K$ einzeichnen, die die Diagonale des Rechteckes $P'\,P''\,KO_2$ bildet.

Über die weiteren Vereinfachungen des Auftragverfahrens siehe weiter unten.

8. Umkehrungen der Konstruktion.

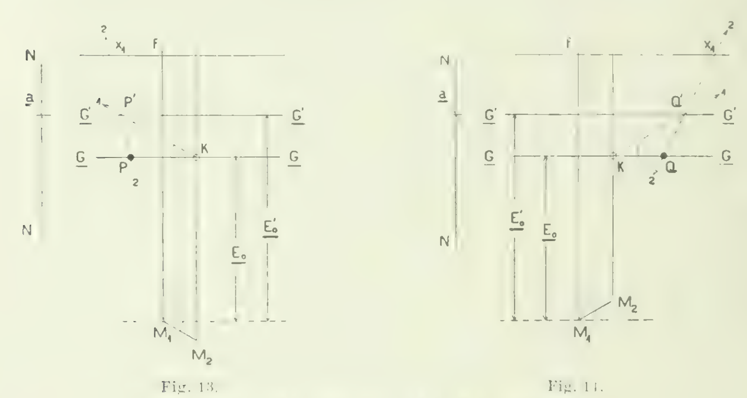



Fig. 13. Fig. 14.

Konstruktion $B$ (gegeben $E_0$ und $a$ ($E_0'$), gesucht $x_1$)

für links verschwenkte Achsen. für rechts verschwenkte Achsen.

Die unter 7 angegebene Konstruktion $A^*$ ist umkehrbar, d. h. wir können von den drei Größen

$$a\,(E_0'),\ x_1 \text{ und } E_0$$

nach Belieben von vornherein über zwei Größen verfügen und die dritte durch Konstruktion (oder durch Rechnung) aus ihnen ableiten. Das kann man mit der früheren, unter 5 angegebenen Konstruktion $A$ nur tun, wenn $E_0$ und $a$, nicht aber, wenn $E_0$ und $x_1$ gegeben sind. Das Bestreben, hiefür eine Lösung zu finden, führte mich zuerst zu der nachstehend angegebenen und mit $C$ bezeichneten Konstruktion, aus der dann unsere obige Konstruktion $A^*$ hervorgegangen ist.

Daß ich überhaupt auf diese Umkehrungen Wert legte, hat darin seinen Grund, weil nur allein diese Umkehrungen es ermöglichen, auch bei verschwenkten Achsen auf vorgeschriebenen Profilen[1]) zu

[1]) Z. B. beim Eisenbahnbau.

arbeiten und eine Revision durch Einstellung des Stereo-Komparators auf bestimmte Punkte des Planes vorzunehmen.

Wir unterscheiden zwei Umkehrungen der Konstruktion A, je nachdem wir

$$x_1 \text{ aus } E_0 \text{ und } E_0' (a)$$

oder

$$(E_0')a \text{ aus } E_0 \text{ und } x_1$$

ableiten.

Im ersten Falle (Fig. 13 und 14) lautet die Umkehrung:

*B.* Durch den Schnittpunkt $K$, der in der Entfernung $E_0$ gelegenen Geraden $GG$ mit $M_2O_2$ ziehen wir eine Parallele zur Standlinie. Den Schnittpunkt $P'$ dieser Geraden mit $G'G$ verbinden

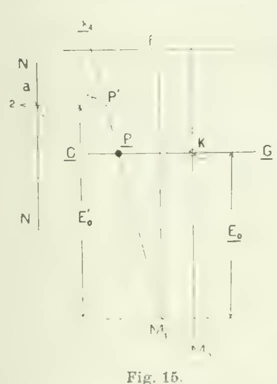


Fig. 15.

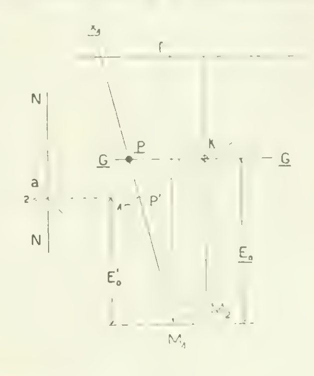


Fig. 16.

(Konstruktion C (gegeben $E_0$ und $x_1$, gesucht $E_0'$ $(a)$)
für links verschwenkte Achsen. für rechts verschwenkte Achsen.

wir mit $M_1$ und erhalten so den Punkt $P$ und die Einstellung $x_1$ für den Hauptschlitten des Stereo-Komparators.

Im zweiten Falle (Fig. 15 und 16):

*C.* Durch $K$ ziehen wir eine Parallele zur Standlinie, schneiden den $x_1$-Strahl in $P'$ und ziehen durch $P'$ die gesuchte Gerade $G'G$ senkrecht zur optischen Achse. Daraus ist dann $E_0'$ gegeben und wir erhalten hieraus in bekannter Weise, wie früher, die Einstellung für den Parallaxenschlitten des Stereo-Komparators.

Bei beiden Umkehrungen werden die Einstellungen am Stereo-Komparator in der Hauptsache abhängig von den Ergebnissen der Konstruktion am Zeichenbrett. Im letzten Falle, wo $E_0$ und $x_1$ als bekannt vorausgesetzt sind, ist mit dieser Voraussetzung zugleich über die Lage des Punktes entschieden und das Arbeiten am Stereo-Komparator hat nur den Zweck, die wandernde Marke auf den Punkt einzustellen und seine Höhe zu messen.

Wie bereits oben angedeutet, sind wir durch die beiden Umkehrungen $B$ und $C$ in den Stand gesetzt, bei den verschwenkten Achsen in der Hauptsache fast ebenso zu arbeiten wie bei dem Normalfall in der Stereo-Photogrammetrie; denn wir können hier z. B., indem wir für eine Reihe von Punkten $E_0$ konstant setzen und nun entweder $a\ (E'_0)$ oder $x_1$ variieren, auf einer gegebenen, senkrecht zur optischen Achse gerichteten Profilebene arbeiten, genau so wie bei dem Normalfall. Und doch besteht gerade hier, abgesehen von dem veränderten Anblick, den diese Ebene im Stereo-Komparator darbietet[1]), ein großer Unterschied zwischen den beiden Methoden.

9. Es ist bei verschwenkten Achsen nicht möglich, wie bei dem Normalfall, die Punkte in der Landschaft aufzusuchen, die eine vorgeschriebene Höhe haben.

Bei dem Normalfall in der Stereo-Photogrammetrie kann man, wie ich in einem früheren Aufsatze[2]) ausführlich gezeigt habe, die wandernde Marke im Stereo-Komparator von vornherein auf eine bestimmte Höhe $H = H_1 - \frac{y_1}{f} \cdot E_0$ einstellen und man hat das Plattenpaar auf dem Stereo-Komparator so weit nach links oder nach rechts unter dem auf $y_1$ eingestellten Stereo-Mikroskop zu verschieben, bis die Marke auf der Erdoberfläche aufsitzt.

Die Möglichkeit, die uns die Konstruktionen $B$ und $C$ bieten, den Stereo-Komparator von vornherein auf eine bestimmte Entfernung $E_0$ einzustellen, legt den Gedanken nahe, ob nicht auch hier, wie bei dem Normalfall, die Einstellung des Stereo-Komparators auf eine bestimmte Höhe möglich wäre. Gewiß ist diese Einstellung an sich sofort ausführbar, aber sie nützt uns hier nichts; denn wenn wir die rechte Platte auf irgendeine Parallaxe $a\ (E_0')$ einstellen, so ist durch $a\ (E_0')$ und $E_0$ auch schon über den Wert von $x_1$ verfügt und wir würden, wenn wir das Plattenpaar auf diesen Wert von $x_1$ einstellen, durch den Einblick in das Stereo-Mikroskop in der Regel nur feststellen können, daß die Marke im Stereo-Mikroskop nicht auf dem Erdboden aufsitzt. Genau so ist es, wenn man auf $E_0$ und $x_1$ von vornherein einstellt; denn damit hat man auch schon über die Parallaxe entschieden.

Wir stehen daher hier vor der Unmöglichkeit, die Punkte in der Landschaft aufzusuchen, die eine bestimmte Höhe haben. Daß man das bei dem Normalfall tun kann, hat darin seinen Grund, weil dort zu einer bestimmten Parallaxe $a$ und zu einer bestimmten Entfernung $E_0$ nicht ein Wert von $x_1$, sondern beliebig viele gehören. Ich betrachte diese Eigenschaft des Normalfalles als einen seiner Hauptvorzüge; auf ihn müssen wir bei den Aufnahmen mit verschwenkten Achsen verzichten und uns darauf beschränken, die Höhe des Punktes zu messen. Es geht das auch einfach in der Weise, daß man das Stereo-Mikroskop jedesmal so weit nach oben oder nach unten verschiebt, bis die Marke auf dem Erdboden aufsitzt.

[1]) Siehe meine früheren Ausführungen in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1912.

[2]) C. Pulfrich, „Über die Konstruktion von Höhenkurven und Plänen auf Grund stereophotogrammetrischer Messungen mit Hilfe des Stereo-Komparators", in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1903.

10. Die zeichnerischen Hilfsmittel.

Das Zeichenbrett wird von der Firma Carl Zeiß mit allem Zubehör, fertig für die Planarbeit, geliefert. Gezeichnet wird auf Pauspapier, das ringsum am Rande angeklebt ist.

An die Stelle des Holzbrettes ist in letzter Zeit immer mehr die beiderseits mit Papier überklebte Glasplatte in Aufnahme gekommen. Die Anordnung bietet größere Genauigkeit und kann für zwei verschiedene Brennweiten (Vorder- und Rückseite) benutzt werden.

Das Zeichenbrett kann ohne weiteres sowohl für den Normalfall der Stereo-Photogrammetrie als auch für links und rechts verschwenkte Achsen benutzt werden.

Über die für den Normalfall erforderlichen Einrichtungen des Zeichenbrettes und über das Kartierungsverfahren habe ich vor 2 Jahren ausführlich berichtet[1]). In der Hauptsache besteht noch das in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde", Bd. XXIII, S. 328, 1903, von mir angegebene Verfahren, nur mit dem Unterschied, daß die Linie $NN$ jetzt weit fort von der Achse $M_1 O_1$ gerückt wird und daß für diesen Abstand das Vielfache $k$ der Standlinie immer nur aus der Reihe der Zahlen:

$$k = 5,\ 10,\ \frac{25}{2},\ \frac{50}{3},\ 20,\ 25,\ \frac{100}{3},\ 50 \text{ und } 100$$

genommen wird.

Für links und rechts verschwenkte Achsen berechnet sich der Abstand $NN$ von $M_1 O_1$ zu

$$\frac{B \cdot \cos \lambda}{e} \cdot k\ mm,$$

unter $e$ den Maßstab des Planes (1 *mm* der Zeichnung = $e$ *m* in der Natur) und unter $k$ diejenige unter den angegebenen Zahlen verstanden, durch welche $NN$ in die Nähe der am linken und rechten Rand des Zeichenbrettes befestigten Klemmlineale ($L_2$ in den Fig. 17 und 18) gebracht sind.

Außer den beiden Geraden $NN$ ziehen wir noch rechts an $M_1 O_1$ eine Gerade, parallel zu $M_1 O_1$, die die zweite optische Achse $M_2 O_2$ darstellt, deren Abstand von $M_1 O_1$ somit gegeben ist durch:

$$\frac{B \cdot \cos \lambda}{e}\ mm.$$

Um Verwechslungen von $M_1 O_1$ mit $M_2 O_2$ zu vermeiden, wie sie beim Ziehen der Hilfslinien $P' K$ oder $K P'$ in den obigen Konstruktionen $A^*$, $B$ und $C$ leicht vorkommen, tut man gut, die Linie $M_1 O_1$ gar nicht durchzuziehen, sondern nur an einigen wenigen Stellen anzudeuten

Für das Ziehen der erforderlichen Hilfslinien benutzen wir ein genau rechtwinkliges Stahldreieck mit dem Winkel $\lambda$ an der Spitze. Das Dreieck ist beiderseits mit aufgeklebten Papierscheibchen versehen, die das Kleben des Dreieckes auf der Zeichenfläche verhindern, so daß man das Dreieck bequem hin- und herschieben kann.

[1]) Siehe „Archiv für Photogrammetrie", Bd. II, S. 75, 1910. Separata dieser Anleitung werden von seiten der Firma Carl Zeiß gratis zur Verfügung gestellt

Das Dreieck erfüllt nach dem Vorschlag des Herrn Dipl.-Ing. Lüscher[1]) noch einen anderen Zweck. Statt die Größe $Y = \frac{y_1}{f} \cdot E_0$ zwischen die Spitzen eines Zirkels zu nehmen, versieht man zweckmäßig die lange Kathete des Dreieckes beiderseits (für links und rechts verschwenkte Achsen, siehe Fig 17 und 18) mit einer Millimeterteilung und mit einem daneben geklebten Papierstreifen für die Bezifferung der Teilung durch den Beobachter. Man beziffert so, daß der Wert für $H_1$, die Höhe der linken Aufnahmestation, in die Nähe von $M_1 O_1$ zu liegen kommt und stellt dann das Höhenlineal $L_2$ so ein und richtet es so aus, daß die lange Kathete des Dreieckes senkrecht zur Achse gerichtet ist und die Teilung in allen Lagen des Dreieckes, wenn man es an $L_2$ entlang verschiebt, von der Achse $M_1 O_1$ an der Stelle $H_1$ geschnitten wird. Wenn man dann später die lange Seite des Dreieckes

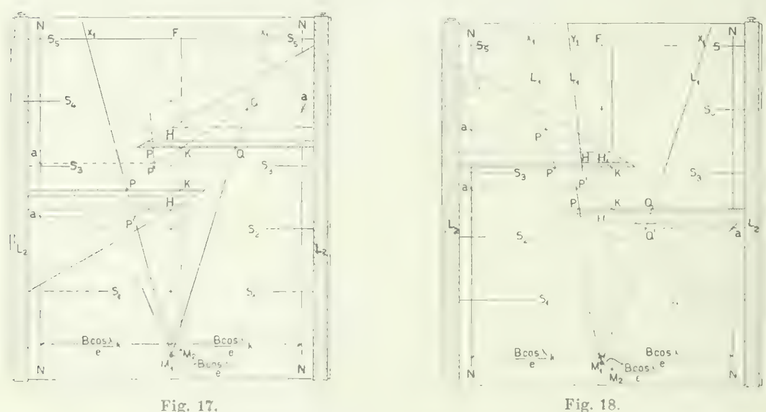



Fig. 17. Fig. 18.
Die zeichnerischen Hilfseinrichtungen
links verschwenkt rechts verschwenkt.

auf den Punkt $P$ einstellt und das Schwenklineal $L_1$ auf $y_1$, so kann man an dem Höhenmaßstab sofort die Höhe $H = H_1 + \frac{y_1}{f} \cdot E_0$ ablesen (siehe S. 164).

An Stelle der in den Fig. 17 und 18 angegebenen zwei kleinen Dreiecke kann man auch ein einziges großes benutzen. Ein solches Dreieck hat aber den Nachteil, daß es nur für die mittleren Entfernungen gut zu verwenden ist. Dieser Nachteil wird durch die beiden kleinen Dreiecke vermieden. Nur müssen wir jetzt links und rechts eine Parallaxenteilung, eine Gerade $NN$ und ein Klemmlineal $L_2$ zur Verfügung haben.

Die Dreiecke kommen immer unter das Drehlineal $L_1$ zu liegen. Der Höhenunterschied wird durch das beigegebene, auf den Drehzapfen $M_1$ des Lineals $L_1$ zu steckende Unterlegscheibchen ausgeglichen.

[1]) H. Luscher, „Beispiel einer stereo-photogrammetrischen Geländeaufnahme aus der Praxis" im „Archiv für Photogrammetrie", Bd. III, Wien 1912

Von den beiden Dreiecken benutzt man das eine immer nur für den linken und mittleren Teil (siehe Fig. 17 und 18) des Zeichenbrettes, das andere immer nur für den rechten und mittleren Teil. Für die Höhenbestimmung kann man in der Regel das gleiche Dreieck benutzen. Im anderen Falle zieht man das zweite Dreieck zu Hilfe und legt es an das erste an.

Mit den Dreiecken reichen wir für alle drei Konstruktionen aus. Wir können mit ihrer Hilfe in vielen Fällen (siehe weiter unten) sogar den Ort eines Punktes angeben, ohne auch nur eine Hilfslinie außer den bereits vorhandenen ziehen zu müssen.

Das gleiche kann man, wie ich verschiedentlich ausprobiert habe, mit Schablonen aus Zelluloid erreichen, auf denen die Hilfslinien aufgezeichnet sind, und die man entweder an der Hypotenuse des Dreieckes oder an einem der Lineale $L_2$ vorbeigleiten läßt. Tatsächlich bleibt dann das Zeichenbrett frei von allen Hilfslinien. Da aber das Arbeiten mit den Dreiecken fast ebenso schnell geht, und die Dreiecke für die Höhenmessung doch nicht wohl entbehrt werden können, so sehe ich in der Anwendung solcher Schablonen, die sich jeder auch leicht selbst herstellen kann, keinen besonderen Vorteil.

Die Größe des Verschwenkungswinkels $\lambda$ setzen wir in Übereinstimmung mit den bisherigen Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien auf 30° fest. Jeder neue Winkel verlangt natürlich auch ein neues Dreieck, und es ist schon allein deshalb ratsam, immer bei demselben Winkel von 30° zu bleiben; er reicht auch für alle Feldphototheodolite und zum Teil auch für die Standphototheodolite aus. Nur bei den Standphototheodoliten $f = 315$ *mm*, Plattenformat 9 × 12 *cm*, wie sie in Pola und Spezia für die Messung von Geschoßeinschlägen benutzt werden, empfiehlt es sich, wegen des relativ kleinen Bildwinkels außer dem Ablenkungsprisma von 30° noch ein solches von 15° zu verwenden. Dadurch erhöht sich bei diesen Apparaten der für eine gegebene Standlinie erreichbare, nutzbare horizontale Bildwinkel auf rund 80°.

11. Einige allgemeine Gesichtspunkte für das Arbeiten am Zeichentisch.

Für die Messung von charakteristischen Punkten in der Landschaft, wie Bergkuppen, Wegkreuzungen u. dgl., kommt selbstverständlich nur die Konstruktion $A^*$ in Anwendung. Man kann mit den Punkten beginnen oder sie nachträglich in den mit Schichtenlinien überdeckten Plan eintragen.

Für die Konstruktion der Schichtenlinien haben diese Punkte nur eine nebensächliche Bedeutung. Die Hauptsache ist, daß man in dem Terrain, dessen Formation man durch Schichtenlinien darstellen will, eine große Anzahl von Punkten mißt, die mehr oder weniger gleichmäßig über das Terrain verteilt sind. Wir wollen uns daher überlegen, wie man hierbei am besten vorgeht.

Trennt man die beiden Aufgaben in der angegebenen Weise, so hat es keinen Zweck, bei der Wahl der Richtlinie, auf der die zu messenden Punkte liegen sollen, auf die vorhandenen, besonders bemerkenswerten

Punkte Rücksicht zu nehmen[1]). Mehr als einen dieser Punkte kann man durch eine solche Linie in der Regel nicht berücksichtigen; der Verlust ist daher kein schwerwiegender.

Die oben angegebenen Konstruktionen $A^*$, $B$ und $C$ gestatten uns nun, die zur Konstruktion der Schichtenlinien zu benutzenden Punkte nach Belieben anzuordnen.

Setzen wir $a =$ konst., so erhält man nach den Konstruktionen $A^*$ und $B$ eine Reihe von Punkten, die auf einer **Parabel** liegen.

Für $E_n =$ konst.[2]) liegen die durch $B$ und $C$ erhaltenen Punkte auf dem Querprofil $G\,G$.

Für $x_1 =$ konst. liegen die durch $A^*$ und $C$ erhaltenen Punkte auf dem $x_1$-Strahl.

Man ist an diese Richtlinien natürlich nicht gebunden, und dem Beobachter steht es frei, für die Konstruktion der Schichtenlinien auch ein anderes, beliebig gestaltetes Netz zu benutzen; nur haben die durch die drei obigen Konstanten vorgeschriebenen Richtlinien den Vorteil, daß man jedesmal eine Reihe von Einstellungen und Ablesungen erspart.

Damit man jederzeit weiß, wo die einzelnen gemessenen Punkte im Bilde gelegen sind, tut man gut, nach dem Vorgange des Herrn v. Orel einen Papierabdruck des linken Bildes auf ein mit dem Hauptschlitten des Stereo-Komparators verbundenes Zeichenbrett aufzulegen und die gemessenen Punkte mit einem am Stereo-Mikroskop angebrachten Punktierstift in das Bild einzutragen. Diese schon im Jahre 1902 (siehe „Zeitschrift für Instrumentenkunde", 22. Seite 188, 1902) von mir versuchsweise am Stereo-Komparator angebrachte Zeichenvorrichtung wird von jetzt an auf jedem der Stereo-Komparatoren für topographische Arbeiten angebracht.

Des weiteren ist zu berücksichtigen, daß man den Stereo-Komparator sehr viel schneller auf eine vorgeschriebene Parallaxe unter Berücksichtigung der hundertstel und tausendstel Millimeter einstellen, als umgekehrt die am Stereo-Komparator abgelesenen Parallaxen auf den Zeichentisch übertragen kann. Ob man den Stereo-Komparator auf eine vorgeschriebene Parallaxe $a$ oder auf ein vorgeschriebenes $x_1$ einstellt, ist ziemlich gleichgiltig; aber die Übertragung des abgelesenen $x_1$ auf das Zeichenbrett geht schneller und bequemer vor sich als die Übertragung der Parallaxe. Aus dem Grunde verdient die Konstruktion $B$ von vornherein den Vorzug vor der Konstruktion $C$.

Es wird daher nur zur Beschleunigung der Arbeit und zur Erhöhung der Meßgenauigkeit beitragen, wenn wir bei der Erledigung dieses Teiles der Aufgabe **immer nur mit vorgeschriebenen Parallaxen** arbeiten.

[1]) Ich kann daher auch nicht empfehlen, wenn man auf dem durch die Richtlinie vorgeschriebenen Wege an einem dieser Punkte vorbeikommt, daß man deshalb vom Wege jedesmal abweicht. Ich möchte in solchen Fällen vorschlagen, daß man sich mit der Messung und Eintragung des $x$ und der ungefähren Ortsangabe auf dem $x_1$-Strahl vorläufig begnügt und den genauen Ort später durch eine besondere Messung der Parallaxe bestimmt.

[2]) In diesem Falle ist die Konstruktion besonders einfach, da für ein und dasselbe $E_n$ immer nur ein Schnitt $K$ und eine Hilfslinie, parallel zur Standlinie, auftreten.

Die Auswahl dieser Parallaxen geschieht zweckmäßig in der Weise, daß wir an der Hand der *mm*-Teilung auf dem Schwenklineal $L_1$ eine Reihe von Entfernungen ($E_0'$) mit konstantem Entfernungsunterschied (5 oder 10 *mm*) auf der Achse $M_1\,O_1$ auftragen und durch die einzelnen Punkte die Geraden $G'\,G'$, senkrecht zur Achse, ziehen. Auch kann man zum Zeichnen Pauspapier benutzen, auf dem diese parallelen und äquidistanten Geraden bereits aufgedruckt sind.

Die jeder einzelnen Geraden zugehörige Parallaxe $a$ wird zweckmäßig, da es sich nur um eine einmalige kleine Arbeit handelt, durch Rechnung ermittelt. Bezeichnet man mit $A_0$ die am Lineal $L_1$ abgelesenen Abstände der einzelnen Geraden von dem Drehzentrum $M_1$ des Lineals, so erhalten wir, unter Berücksichtigung des Maßstabes der Zeichnung (1 *mm* der Zeichnung $= e\,m$ in der Natur), die gesuchte Parallaxe zu:

$$a = \frac{B \cos \lambda}{E_0} \cdot f = \frac{B \cos \lambda}{e \cdot A_0} \cdot f = \frac{\text{konst}}{A_0}.$$

Den Wert der Konstanten rechnet man zweckmäßig logarithmisch aus. Die Berechnung von $a$ erfolgt entweder logarithmisch oder mit einem Rechenschieber. Die sämtlichen Geraden $G'\,G'$ werden mit Nummern versehen und in einer Liste vereinigt; diese wird dem Beobachter am Stereo-Komparator zur Verfügung gestellt. Auch für das Auftragen von $A_0$ aus einer gemessenen Parallaxe $a$ kann man natürlich an Stelle der bekannten zeichnerischen Ermittlung von $A_0$ das Rechenverfahren

$$A_0 = \frac{\text{konst}}{a}$$

zur Anwendung bringen. Da mehr als vier Ziffern für $A_0$ nicht benötigt werden, so reicht auch hier der Rechenschieber aus. Das gilt natürlich alles auch für den Normalfall der Stereo-Photogrammetrie.

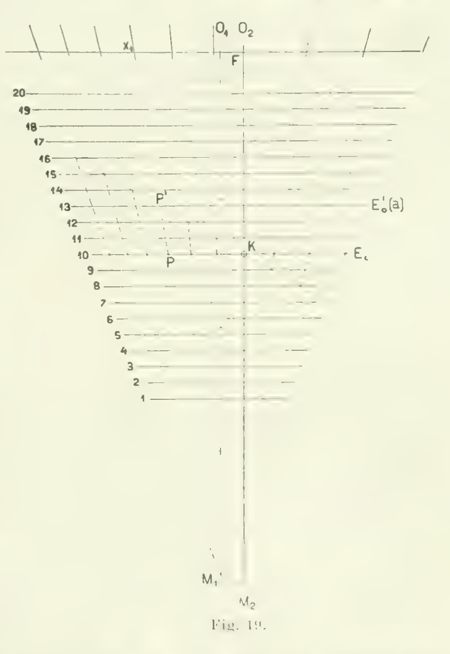


Fig. 19.

Man kann im Interesse der Vereinfachung des Arbeitsvorganges noch eine weitere Beschränkung eintreten lassen, die darin besteht, daß man jedesmal nur solche Punkte mißt, die auf einer der bereits vorhandenen Geraden liegen (siehe Fig. 10). Wenn dann zwei Personen zusammen arbeiten,

der eine am Stereo-Komparator, der andere am Zeichenbrett, so geht jetzt das Auftragen der Punkte besonders rasch vonstatten.

12. **Nochmals die Kurven gleicher Parallaxe und das Arbeiten mit Parabel-Schablonen.**

Ist man imstande, die zu $a$ ($E_0'$) gehörige Parabel direkt auf das Zeichenbrett aufzutragen, so hat man nur $x_1$ zu messen, den Schnittpunkt des $L_1$-Lineals mit der Parabel anzumerken und die Höhe des Punktes zu bestimmen, also ein Verfahren, wie es in der gleichen Einfachheit nur bei dem Normalfall der Stereo-Photogrammetrie gehandhabt wird.

Wie bereits oben (S. 170) angegeben, kann der Pantograph, mit dem man die einzelnen Parabeln nach einer Leitparabel zeichnet, nicht wohl

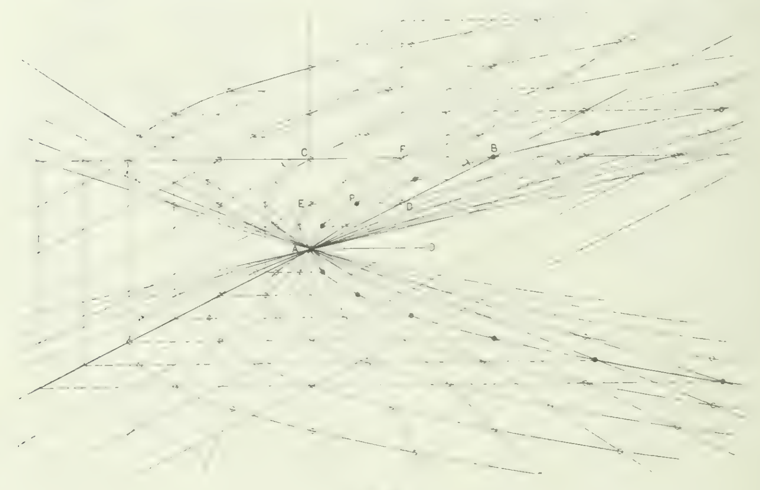



Fig. 20.

direkt auf das Zeichenbrett aufgesetzt werden; denn einmal wechselt die Mitte $M$ mit jeder neuen Standlinie und mit dem Vorzeichen von $\lambda$ ihren Ort, und dann liegt die Parabel doch nicht genau da, wo sie eigentlich liegen sollte. Wir wollen uns im folgenden in der Weise helfen, daß wir jede Parabel mit einem Pantographen auf einem besonderen Zeichenbrett zeichnen, von ihr eine Schablone anfertigen, auf Pauspapier oder Zelluloid, und mit Hilfe dieser Schablone dann die Parabel auf den Plan übertragen.

Die Form der Parabel wird ausschließlich bestimmt durch die Größe des Verschwenkungswinkels $\lambda$ und die Größe der Strecke $E_0$ auf dem Zeichenbrett, das ist $A_0 = E_0\,\omega$. Die Größe der Standlinie, die Länge der Brennweite und der Maßstab $\omega$ der Zeichnung sind nur insofern von Bedeutung, als durch diese drei Größen die Strecke $A_0$ bestimmt wird.

Aber zu einer und derselben an dem Millimetermaßstab des $L_1$-Lineals abgelesenen Strecke $A_0$ gehört immer nur eine und immer die gleiche Parabel.

In Fig. 20 ist eine Schar von Parabeln zusammengestellt, die sämtlich genau die gleiche Form und die gleiche Achsenrichtung besitzen. Wir finden in der Figur zunächst unsere Fig. 9 und die dort konstruierte und durch die schwarzen Punkte ausgezeichnete Parabel wieder. Die Strecke $AC$ hatten wir gleich $E_0'$ und den Winkel $ABC = \lambda$ gesetzt. Wenn wir jetzt die Gerade $BC$ unverändert beibehalten, aber die Gerade $AB$ ersetzen durch eine ihr parallele Gerade und nun die gleiche Konstruktion $A$ (S. 167) oder $A^*$ (S. 172) zur Konstruktion der Parabel benutzen, jedesmal unter der Voraussetzung, daß die Parabel durch den Punkt $A$ und die beiden Schnittpunkte der Geraden mit $AC$ und $BC$ hindurchgehen soll, so ändern wir damit nur die Lage, nicht aber die Form der Parabel, da $\lambda$ und $E_0'$ unverändert bestehen bleiben.


Fig. 21.

Für die Konstruktion der Parabelschablonen mit Hilfe des Pantographen greifen wir aus der in Fig. 20 gezeichneten Schar von Parabeln diejenige heraus, die durch die beiden Endpunkte der Strecke $AC = E_0'$ hindurchgeht. Auch die Leitparabel konstruieren wir unter dieser Voraussetzung. In Fig. 21 sei $A$ der Drehzapfen des Pantographen. Wir ziehen eine durch $A$ gehende Gerade, tragen auf ihr eine möglichst große Strecke $AO$ ab und konstruieren innerhalb des Bildwinkels (45° oder 60°) des photographischen Objektivs die Leitparabel.

Wir stellen jetzt den Zeichenstift der Reihe nach auf die verschiedenen Werte für $A_0 = E_0' c$ ein und ziehen innerhalb des angegebenen Bildwinkels die zu $A_0$ gehörige Parabel, ferner die als Richtlinie dienende Gerade $AO$ und begrenzen dann noch die äußere Form der Schablone durch die in Fig. 21 angegebenen Linien.

Wir versehen endlich jede dieser Parabelschablonen mit der Aufschrift $A_0 = \ldots mm$ links verschwenkt, die Rückseite nach Umdrehung der Schablone um die Richtlinie $AO$ als Drehachse mit der gleichen Aufschrift $A_0 = \ldots mm$ für rechts verschwenkte Achsen (siehe Fig. 22 und 23).

Da wir nach Belieben über die Parallaxe $a$ (oder $E_0$) verfügen können (S. 172), so kommen wir mit einer beschränkten Anzahl von Parabel-

schablonen aus, deren jede für ein bestimmtes $A_0$ bestimmt ist, und die mit einem konstanten Entfernungsunterschied $\Delta A_0$ aufeinanderfolgen.

Man kann aber auch die Parabelschablonen dazu benutzen, um für zwischengelegene Werte von $A_0$ die zugehörige Parabel zu zeichnen. Man macht das in der Weise, daß man zwei Punkte konstruiert, den einen links von $O_1$ (siehe die Fig. 11—16), den anderen rechts von $O_2$, und dann mit Hilfe einer der nächst benachbarten Parabelschablonen die Parabel zeichnet, die außer durch die beiden Punkte noch durch $O_1$ und $O_2$ gehen muß. Oder man zieht durch $O_1$ und $O_2$ die beiden nächst benachbarten Kurven und interpoliert nach Maßgabe der Entfernungsunterschiede.

Wir haben jetzt nur noch die Frage zu beantworten, wie man die Parabelschablone auf das Zeichenbrett aufzulegen hat. Wir ver-

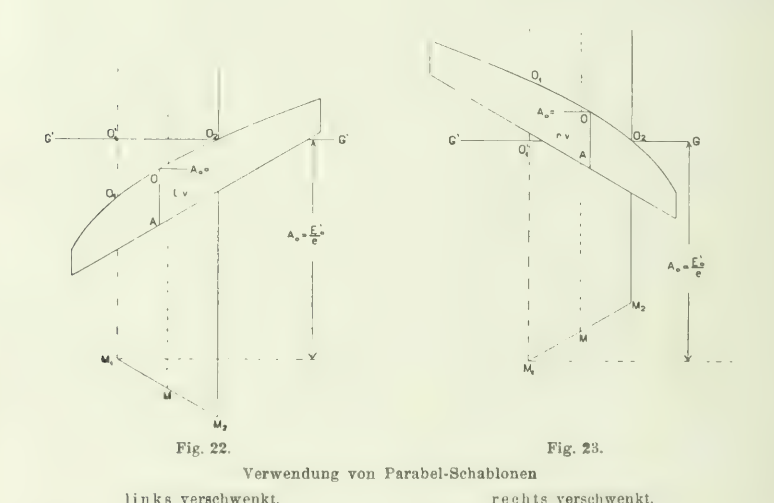



Fig. 22. Fig. 23.

Verwendung von Parabel-Schablonen

links verschwenkt. rechts verschwenkt.

weisen hierfür auf unsere obige Fig. 10 und ziehen durch die Mitte der Standlinie eine Parallele ($MT$) zur Parabelachse und eine ebensolche $M_0 T_0$ (durch die Mitte von $O_1 O_2$).

Der Abstand der beiden Parabelpunkte $T$ und $T_0$ voneinander ist gleich der Entfernung $E_0'$, für welche die Parabel konstruiert wurde. Die Kurve ist ihrer Form und Größe nach identisch mit der durch den Pantographen erhaltenen Kurve, da nach einem bekannten Satze in der analytischen Geometrie ein Parabeldurchmesser (hier $MT$ und $M_0 T_0$), welcher eine Parabelsekante halbiert, auch alle ihr parallel gelegenen Sekanten halbiert. Daher hat die in $T_0$ an die Parabel gelegte Tangente die gleiche Richtung wie die durch $O_1$ und $O_2$ gezogene Gerade, und wir haben somit beim Auflegen der Parabelschablone nur darauf zu achten, daß die Richtlinie $AO$

auf der Schablone genau parallel der Achse $M_1 O_1$ zu liegen kommt, und daß die Parabel durch den Punkt $O_2$ (und $O_1$) hindurchgeht.

Damit ist die Lage der Schablone auf dem Zeichentisch zwar eindeutig bestimmt, aber für die genaue Lage der Schablone ist es im Interesse der weiter ab von der Achse gelegenen Punkte der Parabel noch von Wichtigkeit. zu wissen, um wieviel die Richtlinie von der Mitte zwischen den beiden Achsen $M_1 O_1$ und $M_2 O_2$ — für links verschwenkte Achsen nach links, für rechts verschwenkte Achsen nach rechts — abweicht.

Die Größe dieser Abweichung läßt sich in folgender Weise ermitteln. Für die Ordinaten der drei Parabelpunkte $O_1$, $T_0$ und $O_2$ (siehe Fig. 10) erhalten wir der Reihe nach die Werte

$$Y_1 = \frac{E_0' - B \sin \lambda}{2}, \quad Y_T = \frac{E_0'}{2} \quad \text{und} \quad Y_2 = \frac{E_0' + B \sin \lambda}{2},$$

und für die zugehörigen Abszissen aus der Parabelgleichung ($G$) die Werte

$$X_1 = \frac{(E_0' - B \sin \lambda)^2}{4 E_0' \operatorname{tang} \lambda}, \quad X_T = \frac{E_0'}{4 \operatorname{tang} \lambda} \quad \text{und} \quad X_2 = \frac{(E_0' + B \sin \lambda)^2}{4 E_0' \operatorname{tang} \lambda}.$$

Diese Abszisse für $M_0$ berechnet sich zu

$$X_{M_0} = \frac{X_1 + X_2}{2} = \frac{E_0'}{4 \operatorname{tang} \lambda} + \frac{1}{4} \frac{B^2}{E_0'} \sin \lambda \cdot \cos \lambda,$$

und wir erhalten für den Abstand des Punktes $T_0$ von $M_0$ den Wert

$$TM = T_0 M_0 = \frac{1}{4} \frac{B^2}{E_0'} \sin \lambda \cdot \cos \lambda. \qquad (12)$$

Die Abweichung der Richtlinie der Schablone aus der Mitte zwischen $M_1 O_1$ und $M_2 O_2$ nimmt somit mit zunehmender Entfernung $E_0'$ gleichmäßig ab, mit dem Quadrat der Standlinie aber zu, entsprechend dem Verlaufe der $T$-Kurve in Fig. 10.

Setzen wir $\lambda = 30°$, so erhalten wir den leicht im Kopf auszurechnenden Wert

$$M = \text{rund } \frac{1}{10} \frac{B^2}{E_0'},$$

beispielsweise für $B = 200\ m$ und $E_0' = 2000\ m$ den Betrag von $2\ m$, im Maßstab 1 : 10.000 also 0,2 *mm*. In allen Fällen, in denen also die Entfernung größer ist als die zehnfache Basis, kann man die Richtlinie der Schablone mit der Mittellinie zwischen $M_1 O_1$ und $M_2 O_2$ zusammenfallen lassen. Für $B = 400\ m$ ist der gleiche Betrag schon 0,8 *mm* und für $E_0' = 1000\ m$ 1,6 *mm*. Hier kommt also die Richtlinie um einen merklichen Betrag seitwärts zu liegen, und man würde die Genauigkeit der stereophotogrammetrischen Messung für solche nahen Entfernungen nicht unerheblich beeinträchtigen, wenn man auf die angegebene Abweichung nicht Rücksicht nehmen wollte.

## Bemerkungen zum Orelschen Stereoautographen.

Von Professor Karl Fuchs in Preßburg.

Im Archiv für Photogrammetrie hat Prof. Doležal den Orelschen Stereoautographen beschrieben. Es soll gezeigt werden, daß man diesen Apparat in nützlicher Weise erweitern und variieren kann. Dabei sollen möglichst die Buchstaben der Doležalschen Abbildungen verwendet werden.

1. Der Orelsche Apparat (oder kurz „der Orel") verarbeitet nur solche Platten, die dem Normalfall der Photogrammetrie entsprechen. Man kann den Apparat so ergänzen, daß er auch dem allgemeinen Falle genügt, wo die Kammern gegen die Normalstellung vom Winkel $\delta_1$ und $\delta_2$ verschwenkt sind.

In Abb. 1 ist der Normalfall dargestellt, zunächst nur um die Bedeu-

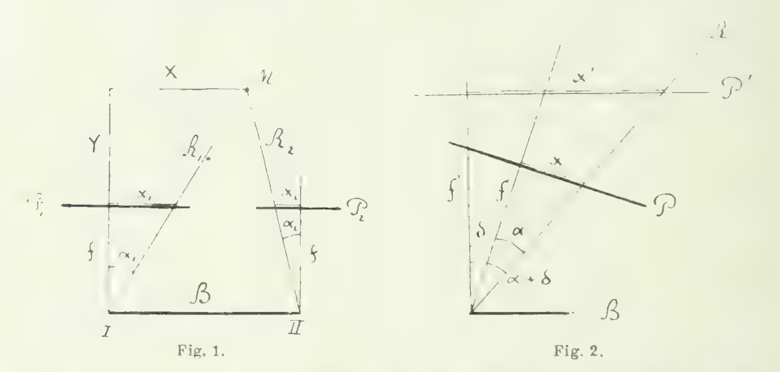



Fig. 1.

Fig. 2.

tung der Buchstaben klarzulegen. Für die Horizontalkoordinate $Y$ $X$ des Objektpunktes $M$ in bezug auf den Standpunkt I gilt:

$$Y = B \cdot \frac{f}{p} \qquad X = B \cdot \frac{x_1}{p}$$

wobei $p = x_1 - x_2$ die Parallaxe des Objektpunktes ist. Für die Höhe $h$ des Punktes $M$ über dem Niveau von I gilt:

$$h = B \cdot \frac{y_1}{p}$$

wobei $y_1$ die Plattenordinate des Punktes $M$ ist.

In Abb. 2 ist eine Kammer um einen Winkel $\delta$ verschwenkt. Ein Zielstrahl $R$ gibt auf der verschwenkten Platte $P$ von der Bildweite $f$ eine Abszisse

$$x = f\, tg\, \alpha.$$

Auf einer normal gestellten Platte $P'$ von der Bildweite $f$ würde derselbe Zielstrahl $R$ eine Abszisse $x'$ geben:

$$x' = f\, tg\, (\alpha + \delta).$$

Dementsprechend ergänzen wir den Orelschen Apparat. In Abb. 3 vertritt die Gerade $SS$ etwa den Orelschen Schlitten, die Gerade $S'S'$ aber vertritt eine dazu parallele Schiene. In $O$ drehbar ist ein Winkelhebel $HOH'$ von der Winkelöffnung $\delta$, die variierbar ist, und der Drehpunkt $O$ hat von den Geraden $SS$ und $S'S'$ die Abstände $f$ und $f'$. Der Winkelhebel ist in $K$ mit dem Schlitten $SS$, in $K'$ mit dem Schlitten $S'S'$ gekuppelt. Eine Verschiebung $x = f\,tg\,\alpha$ des Schlittens $SS$ verursacht also eine Verschiebung $x' = f'\,tg\,(\alpha + \delta)$ der Schiene $S'S'$, entsprechend den Gleichungen 1) und 2).

Der Orel wird durch zwei solche Winkelhebel ergänzt. Die linke Platte $P_1$ liegt in einem Schlitten $S_1$, der mittels eines Winkelhebels vom Winkel $\delta_1$ eine Schiene $S_1'$ bewegt und entsprechend trägt ein Schlitten $S_2$ die rechte Platte $P_2$ und verschiebt mittels eines zweiten Winkelhebels vom Winkel $\delta_2$ eine zweite Schiene $S_2'$. Die Orelschen Hebel aber werden nicht

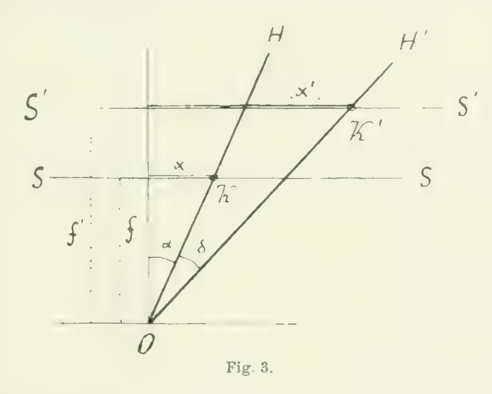


Fig. 3.

mehr an Haupt- und Nebenschlitten, sondern an die beiden Schienen $S_1'$ und $S_2'$ angeschlossen.

Der so ergänzte Orelsche Apparat genügt dem allgemeinen Falle mit verschwenkten Platten.

2. Der Orelsche Apparat hat einen Richtungshebel, $R_1$, der sich in einem Punkte $A$ dreht und der durch den Schlitten $S_1$ der linken Platte gelenkt wird. Dieser Richtungshebel wird ergänzt durch den Parallaxenhebel $P$, der durch denselben Schlitten $S_1$ (Hauptschlitten) und außerdem durch den Schlitten $S_2$ (Nebenschlitten) der rechten Platte gelenkt wird. Man gewinnt viel, wenn man den Parallaxenhebel $P$ wegläßt, aber im Punkte $A$ sich zwei Richtungshebel $R_1$ und $R_2$ drehen läßt; $R_1$ wird durch den Schlitten $S_1$ der linken Platte, $R_2$ durch den Schlitten $S_2$ der rechten Platte gelenkt. Längs der Brücke $LL$ des Apparates kann ein Schiffchen $B$ gleiten, an dessen Enden I und II die beiden Richtungshebel $R_1$, $R_2$ etwa durch Kuppelung oder Federdruck angeschlossen sind. Die beiden Hebel $R_1$, $R_2$ geben dann mit dem Schiffchen $B$ zusammen ein Dreieck, das geo-

metrisch ähnlich ist dem Dreiecke, das im Normalfalle Abb. 1 von den Zielstrahlen $R_1$ $R_2$ und die Basis $B$ eingeschlossen wird. Den Bleistift $G$ setzt man in die Mitte des Schiffchens $B$. Wenn man mittels eines Handrades $H_1$ die Brücke $L$ $L$ und mittels eines zweiten Handrades $H_2$ und angeschlossenen Triebwerkes das Schiffchen $B$ längs der Brücke verschiebt, dann kann man so die Flugmarke im Telemikroskop auf jeden beliebigen Objektpunkt einstellen und die Marke jede beliebige Kurve im Gelände beschreiben lassen. Der Bleistift zeichnet dann auf dem Papiere dieselbe Kurve auf, und zwar bezogen auf den Drehpunkt $A$ als Basismittelpunkt. Dieser Horizontalzeichenapparat hat weniger Fehlerquellen als der Orel-

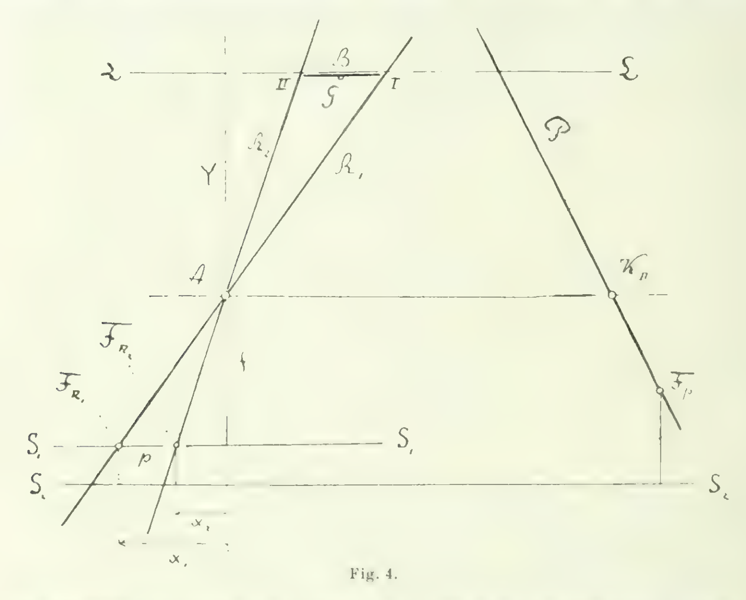


Fig. 4.

sche Apparat. Die Länge des Schiffchens $B$ bestimmt den Maßstab, in dem wir die Zeichnung gewinnen.

3. Unser Schiffchenapparat läßt sich leicht dem Falle anpassen, daß die Platten während der Aufnahme nicht in derselben Vertikalebene liegen – wie es der Normalfall erforderte , sondern die zweite Platte $P_2$ gegen die erste Platte eine Ausrückung $D$ hat, so daß die Basis aus zwei orthogonalen Strecken $B$ und $D$ besteht. Man braucht dann nur dem Schiffchen die Form der geknickten Basis zu geben, denn dann gibt wieder das Schiffchen mit den beiden Hebeln $R_1$ $R_2$ das Bild der Basis $B$ $D$ und der Zielstrahlen $R_1$ $R_2$, aber um 180° verdreht.

4. Unser Schiffchenapparat kann auch leicht dem allgemeinen Falle verschwenkter Kammern angepaßt werden. Aus Abb. 3 sehen wir, daß ein

Zielstrahl $R$ mit der Basisnormalen einen Winkel $\alpha + \delta$ bildet, wenn die Kammer um den Winkel $\delta$ verschwenkt ist. Im Schiffchenapparat bildet ein Hebel $R$ stets mit der Schlittennormalen $n$ und der Schiffchennormalen $n$ gleiche Winkel $\alpha$. Wenn wir also (Abb. 6) einen Hebel $R$ im Drehpunkte $A$ einen Knickungswinkel $\delta$ geben, dann bildet der Hebel mit der Schiffchennormalen tatsächlich den Winkel $\alpha + \delta$. Unser Schiffchenapparat entspricht also dann dem allgemeinen Falle verschwenkter Platten, wenn wir den Hebeln $R_1$ $R_2$ im Drehpunkte $A$ die Knikkungen $\delta_1$ und $\delta_2$ geben. Der Schiffchenapparat ist also im verwickeltsten und theoretisch schwierigsten Falle gerade so einfach wie im einfachsten Falle, dem Normalfalle.

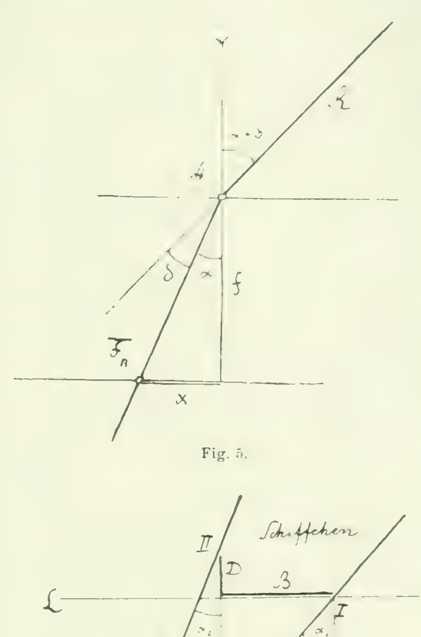


Fig. 5.

Fig. 6

Unser Schiffchenapparat beseitigt nur den Parallaxenhebel; der Höhenhebel muß bleiben.

5. Von der Länge des Schiffchens muß gesprochen werden. Auf den Platten soll ein Fixpunkt $F$ vorkommen, von dem wir wissen, daß sein Abstand $Y$ gleich 3000 $m$ ist und wir wünschen, daß dieses $Y$ in der Zeichnung, die der Apparat liefert, als $Y = 20$ $cm$ erscheine: wir wünschen also den Maßstab 1 : 15.000. Wir bringen dann die Flugmarke im Telemikroskop auf diesen Fixpunkt $F$; die beiden Hebel $R_1$ $R_2$ (Abb. 4), zwischen denen noch kein Schiffchen sein soll, werden dann irgendein n Winkel $\beta$ miteinander bilden. Es gilt dann das Schiffchen so lang zu machen, daß es bei der Ordinate $Y = 20$ $cm$ die beiden Hebel beendet. Wie man das

macht, das hängt von der Konstruktion des Schiffchens ab. Wenn die Basis der Aufnahme nur kurz war, etwa 100 *m*, dann fällt das Schiffchen sehr kurz aus, nur 0·66 *cm* lang. Da liegt wohl der Wunsch nahe, den Apparat so zu entwickeln, daß man mit einem Schiffchen von doppelter oder dreifacher Länge arbeiten kann. Es ist in der Tat leicht, den Apparat so zu entwickeln; es kommt nur ein dritter Hebel zum Schiffchenapparat. Das ist aber klar, daß der Schiffchenapparat bei längeren Basen ohne weiteres genügt.

6. Es ist vorgeschlagen worden, das Schiffchen mittels zweier Handräder $H_1$ und $H_2$ zu lenken: das Rad $H_1$ verschiebt die Brücke $LL$ in der $Y$-Richtung und das Rad $H_2$ verschiebt mittels geeigneten Triebwerkes das Schiffchen $B$ längs der Brücke in der $X$-Richtung. Die zwei Handräder nehmen beide Hände in Anspruch. Es soll nun ein Mechanismus beschrieben werden, der das Schiffchen in beliebiger Richtung verschiebt, aber nur eine Hand beansprucht.

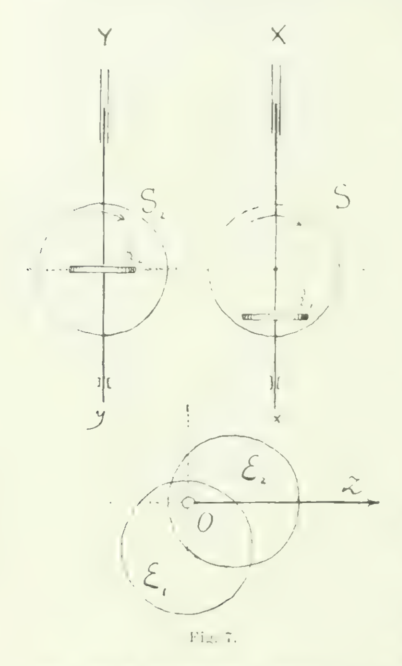



Fig. 7.

Wir haben die zwei parallelen Achsen $X$ und $Y$, von denen die beiden Handräder $H_1$ $H_2$ abgenommen worden sind. Wenn die Achse $X$ eine positive Umdrehung macht, dann wird das Schiffchen mit dem zeichnenden Bleistift längs der Brücke um eine Strecke $\Delta X = \lambda$ in positiver Richtung verschoben; wenn aber die Achse $Y$ eine positive Umdrehung macht, dann wird die Brücke samt dem Schiffchen in der positiven $Y$-Richtung verschoben, und zwar wieder um eine Strecke $\Delta Y = \lambda$.

Die Achse $X$ wird von einer Achse $x$ mitgenommen, die längsrichtig verschoben werden kann und an der ein Laufrädchen $R_1$ befestigt ist. Unter der Achse $x$ liegt eine Scheibe $S_1$, die sich dreht und das aufsitzende Rädchen $R_1$ mitnimmt. Wenn die Scheibe $S_1$ mit konstanter Geschwindigkeit läuft und man die Achse $x$ längsrichtig verschiebt, dann kann man das Rädchen $R_1$ und somit auch die Achse $x$ und die Achse $X$, beliebig schneller oder langsamer, in positivem oder negativem Sinne laufen lassen. Ganz ebenso ist auch die Achse $Y$ ausgerüstet.

Nun soll das Zusammenspiel der beiden Achsen $x$ $y$ erläutert werden. An einer Achse $O$ sitzen zwei Exzenter $E_1$ und $E_2$ mit einem Phasenunterschied von 90°. Der Exzenter $E_1$ verschiebt mittels eines Schlittens die Achse $x$. Wenn $E_1$ in der Mittellage ist, ist auch $E_2$ in der Mittellage, d. h.

das Rädchen sitzt dem Mittelpunkt der Scheibe $S_1$ auf und erhält keine Drehung. Der zweite Exzenter $E_2$ führt auf gleiche Weise die Achse $y$. An der Achse $O$ sitzt ein Zeiger $Z$. Wenn man dem Zeiger irgendeine beliebige Richtung gibt, die Exzenter also verstellt, und die Scheiben $S_1$ $S_2$ mit gleicher Geschwindigkeit laufen läßt, dann bewegt sich das Schiffchen und der Bleistift fährt auf dem Papiere genau in der Richtung des Zeigers gerade aus, so lange die Schrauben laufen. Wenn man die Richtung des Zeigers $Z$ fortwährend ändert, dann zeichnet der Stift eine Kurve; die Flugmarke im Stereoskop beschreibt genau dieselbe Kurve im Raume, und zwar in der Höhe, auf die der Höhenhebel eingestellt ist. Auf diese Weise kann man die Flugmarke in konstanter Höhe die Felsenwände entlang gleiten lassen und der Stift zeichnet gleichzeitig die durchlaufene Kurve auf dem Papier. Bei dieser Arbeit ist nur eine Hand beschäftigt und auch diese hat nur die Richtung des Kurvenlaufes mittels des Zeigers $Z$ anzugeben; den Weg (die Strecke) liefern die Scheiben $S_1$ $S_2$. Die Drehung der Scheiben kann durch ein Uhrwerk oder durch Fußtritt oder aber durch die freie Hand erfolgen

Es ist interessant, daß das beschriebene Triebwerk zugleich ein Hodometer ist: die Länge der Kurve, die der Bleistift zeichnet, steht in einem bestimmten Verhältnis zur Umdrehungszahl der Scheiben $S$.

Man kann es so einrichten, daß die Scheiben $S$ sich senken und die Rädchen nicht mehr mitnehmen, wenn man einen Knopf an der Achse $O$ niederdrückt.

7. Es ist wünschenswert durch die Hebel möglichst wenig schwere Arbeit leisten zu lassen. Man kann den Höhenhebel durch einen leichter laufenden und bequemeren anderen Hebel ersetzen.

Die Höhe $h$ eines Objektpunktes $N$ über dem rechten Standpunkt II ist bestimmt durch

$$h = B \cdot \frac{y_2}{p}$$

Die Höhe ist also konstant, so lange das Verhältnis zwischen Plattenkoordinate $y_2$ und Parallaxe $p$ konstant ist. Diesen Gedanken verwerten wir.

Im Orelschen Komparator liegen die Platten horizontal. In möglichst geringer Höhe über der rechten Platte $P_2$ liege eine Glasplatte $Q$, die nichts als einen horizontalen Strich trägt — oder aber ein leichter Rahmen $Q$, in dessen Mitte ein feiner horizontaler Faden $F$ gespannt ist. In einer Führung, die am Hauptschlitten befestigt ist, kann dieser Rahmen $Q$ in der $y$-Richtung verschoben werden. Wenn der Komparator in der Nullstellung ist, dann deckt der Faden $F$ den Horizont der Platte $P_2$. Man kann es nun leicht erreichen — mittels eines verstellbaren Winkelhebels oder mittels einer verstellbaren schiefen Führung — daß eine Vorschiebung $p$ der Platte $P_2$ eine proportionale Vorschiebung $y_2$ des Fadens $F$ verursacht, so daß der Faden $F$ auf $P_2$ immer die Linie bezeichnet, in der der Objektpunkt $M$ liegt, der durch das vorhandene $p$ und $x$ bestimmt ist. Wir müssen also mittels des Höhenrades mit der freien Hand die Flugmarke im Telemikroskop konstant auf dem Faden halten, der im Bilde als horizontaler (ein wenig

verschwommener) Strich erscheint. Man hat dann den Nachteil, daß die Optik sich nicht automatisch auf das entsprechende $y_2$ einstellt; man hat aber den Vorteil, daß der Mechanismus sehr entlastet ist und daß die Einstellung auf verschiedene Höhen $h$ bequemer, vom Sitz aus, erfolgen kann.

Wenn so sowohl der Parallaxenhebel, als auch der Höhenhebel wegfällt, dann bleibt vom Zeichenapparat nur der Schiffchenapparat übrig, der nicht viel Raum einnimmt. Man kann dann das Ganze so ordnen, daß das Zeichenblatt neben den Komparator zu liegen kommt, also leichter übersehen werden kann.

## Der Niveauzeichner.

Von Professor Karl Fuchs in Preßburg.

Der Niveauzeichner ist ein Distanzmesser von Zeißschem Typus, dessen Fadenkreuze durch zwei Parallaxenhebel auf den Zielpunkt eingestellt werden. Es sei bemerkt, daß der Distanzzeichner unabhängig vom Orelschen Apparat und ohne Kenntnis von diesem entworfen worden ist. Der Distanzzeichner kann den Orelschen Apparat ergänzen; man kann ihn verwenden zur Aufnahme von Geländeteilen, die auf den photographischen Platten nicht sichtbar sind.

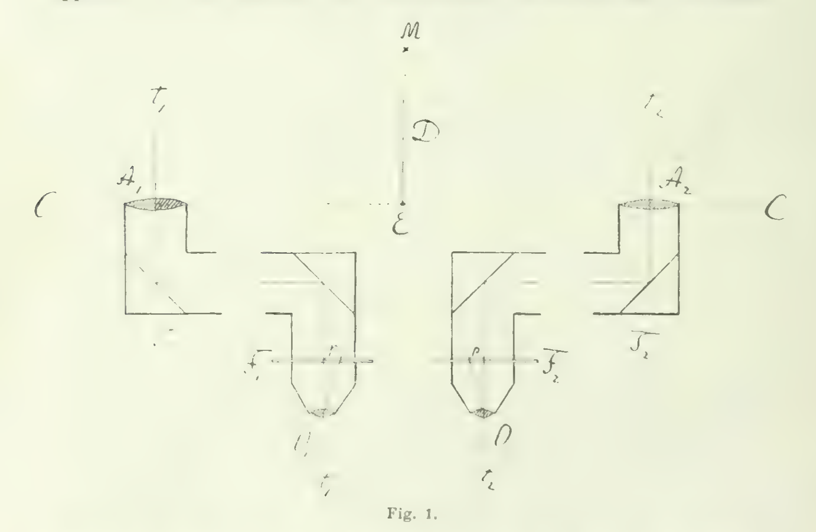


Fig. 1.

In Abb. 1 ist das Schema des Distanzmessers gezeichnet. Er besteht aus zwei Teleskopen $T_1$ $T_2$, deren optische Achsen $t_1$ $t_2$ gebrochen sind.

$A_1$ $A_2$ sind die Objektivlinsen, $O_1$ $O_2$ sind die Okulare. Mit $M$ ist der entfernte Zielpunkt angedeutet. $F_1$ $F_2$ sind die Schlitten der beiden Fadenkreuze. Je näher $M$ an den Standpunkt heranrückt, um so mehr kann man die Fadenkreuze konvergent verschieben und die beiden gleichen Verschiebungen $p$ sind bekanntlich dem Abstand $D$ des Zielpunktes $M$ von der Ebene $C$ $C$ der Objektive $A_1$ $A_2$ umgekehrt proportional Wir nennen $p$ die Parallaxe des Zielpunktes $M$.

Wenn wir den Distanzmesser auf einen höheren oder tieferen Zielpunkt einstellen wollen, dann drehen wir den Apparat um die horizontale

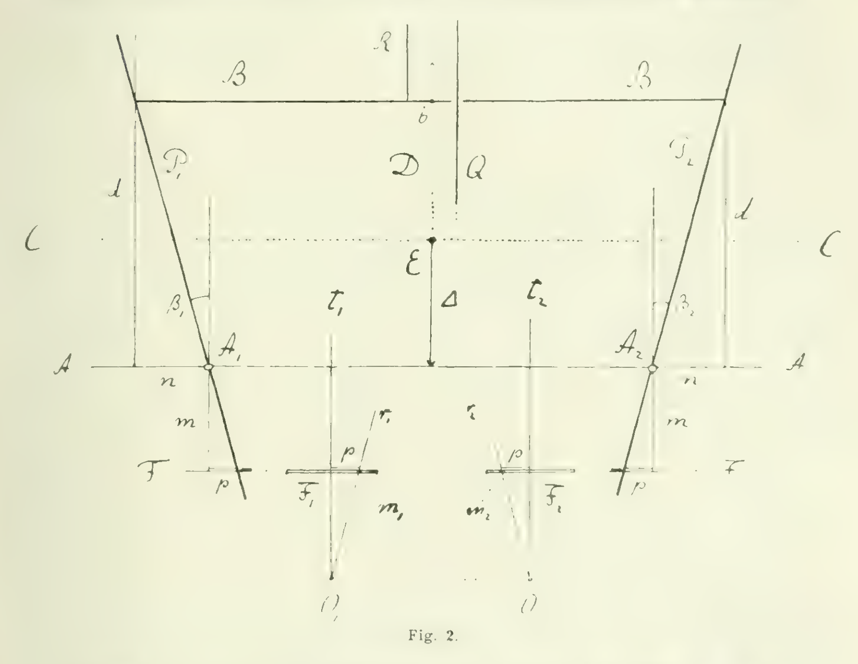


Fig. 2.

Achse $C$ $C$, die durch die Mittelpunkte der Objektive geht Wenn wir aber das Azimut des Apparates ändern wollen, dann drehen wir den Apparat um die vertikale Achse $E$, die in der Mitte zwischen den Objektiven liegt.

Die Abb. 2 zeigt den Mittelteil des Distanzmessers. Wir sehen die Okulare $O_1$ $O_2$, die Fadenschlitten $F_1$ $F_2$, die Horizontalachse oder Höhenachse $C$ $C$ und den Drehungspunkt $E$, der als „Standpunkt" der Aufnahme gilt.

Wir sehen die beiden geraden Parallaxenhebel $P_1$ $P_2$, deren Drehpunkte $A_1$ $A_2$ in einer zu $C$ $C$ parallelen Achse $A$ $A$ liegen. und $\Delta$ ist der Abstand dieser beiden Achsen. Die Brücke $B$, deren Länge größer ist als

der Abstand $A_1$ $A_2$, liegt ebenfalls parallel zu $C$ $C$, und kann in der Zielrichtung verschoben werden. Die Parallaxenhebel $P_1$ $P_2$ werden durch Federn an die Brückenenden angedrückt; eine festere Kuppelung ist nicht nötig. Auch die Fadenschlitten $F_1$ $F_2$ werden nur durch Federdruck an die Hebel $P_1$ $P_2$ angedrückt. Die Verbindung der Schlitten mit den Hebeln ist in der Abbildung nur durch Punkte angedeutet.

Ein Zielpunkt $M$, der nicht unendlich fern liegt, gibt in den Fokalebenen die identen Punkte $m_1$ $m_2$ und wenn der Beobachter das eine Fadenkreuz, das er mit seinen beiden Augen sieht, auf den Zielpunkt $M$ einstellen will, dann muß er die Fadenschlitten um die Strecken $p$ konvergent verschieben. Er erreicht das, indem er den Abstand $d$ der Brücke $B$ von der Grundlinie $A$ $A$ ändert. In der Abbildung ist $d$ so groß gezeichnet. daß die Schlitten eben die erforderliche Verschiebung $p$ erleiden. An beide

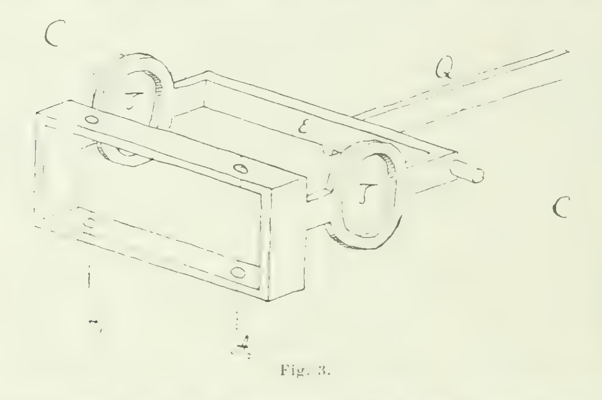



Fig. 3.

Hebel $P$ schließen sich zwei rechtwinklige Dreiecke an, deren Katheten $n$ $d$ und $m$ $p$ sind, und es gilt:

$$p = \frac{m\,n}{d}$$

Die Parallaxe $p$ ist also dem Brückenabstand $d$ umgekehrt proportional. Da die Parallaxe $p$ aber auch dem Abstand $D$ des Zielpunktes $M$ vom Standpunkt $E$ umgekehrt proportional ist, so ist der Brückenabstand $d$ dem Zielabstand $D$ direkt proportional und hat mit ihm gleiche Richtung. In diesem Zusammenhang zwischen Brückenabstand $d$ und Zielabstand $D$ liegt der Grundgedanke des Niveauzeichners.

Von der Brücke $B$ muß noch gesprochen werden. Die Brücke hat eine Führungsschiene $Q$ in der Zielrichtung, durch die sie vor Seitenverschiebungen bewahrt wird; und sie hat einen Stiel $R$, mittels dessen sie in der Zielrichtung verschoben wird. $R$ und $Q$ liegen nahe zur Brückenmitte $b$. Wenn die Brücke infolge irgendwelcher Unvollkommenheiten eine kleine Seitenverschiebung oder eine kleine Drehung um die Mitte $b$ erleidet,

dann werden die beiden Fadenverschiebungen $p_1$ und $p_2$ nicht mehr gleich groß ausfallen, aber ihre Summe

$$p_1 + p_2 = 2\,p$$

bleibt konstant, wie man sich leicht überzeugt. Das ist eine sehr glückliche Fügung. Wenn nämlich die Gesamtparallaxe $p_1 + p_2$ nicht unabhängig wäre von den Brückenfehlern, dann wäre es sehr erschwert, einen guten Niveauzeichner zu machen.

In Abb. 3 ist der Rahmen gezeichnet, der den Mittelteil des Distanzmessers trägt. Wir sehen die Höhenachse $C\ C$ und deren Mitte, dem Ursprung $E$. Die Öffnungen $T\ T$ nehmen die Arme des Teleskopes auf, und wir sehen auch die Achsen $A_1$ $A_2$ der beiden Parallaxenhebel. Die Führungs-

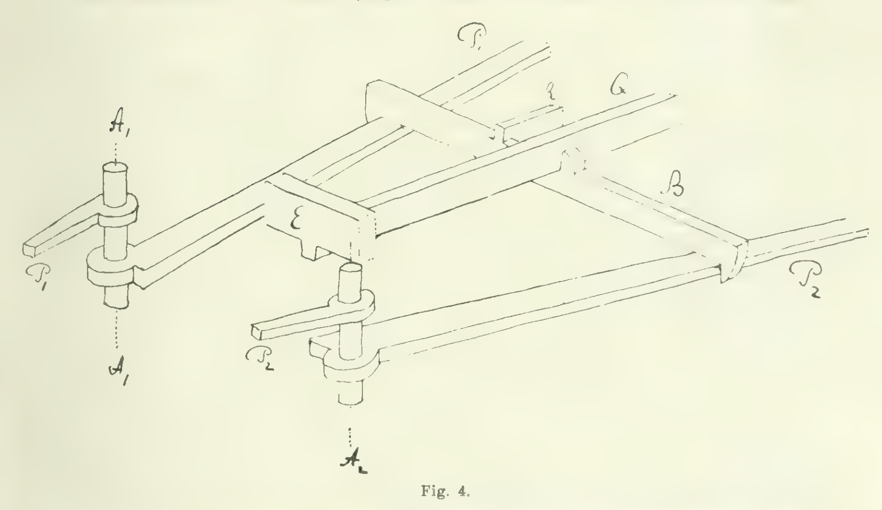



Fig. 4.

schiene $Q$ der Brücke ist eins mit dem Rahmen und ihre Oberkante liegt in einer Ebene mit der Horizontalachse $C\ C$

Die Abb. 4 zeigt den Parallaxenapparat des Höhenzeichners: die Parallaxenhebel $P_1$ $P_2$, die Brücke $B$, deren Stiel $R$ und die Führungsschiene $Q$. Die Abbildung ist wohl körperlich gezeichnet, ist aber doch nur als schematisches Bild aufzufassen. So ist beispielsweise eine Brücke von unveränderlicher Länge gezeichnet. In Wirklichkeit muß aber die Länge der Brücke veränderlich sein, da ja von der Länge der Brücke der Maßstab abhängt, in dem die gewonnenen Höhenkurven gezeichnet sind. Eine rein schematische Zeichnung wäre aber schwer verständlich gewesen

Wir sehen aus der Abbildung, daß die Brücke $B$ den Hebeln $P_1$ $P_2$ nur leicht aufliegt und auch an die Schiene $Q$ nur lose gefügt ist. Es wird sich bald zeigen, warum die Brücke so besonders leicht beweglich sein muß.

Wir sehen auch, daß die langen Hebelarme um mehrere Zentimeter tiefer an den Achsen $A_1$ $A_2$ sitzen, als die kurzen Arme. Das ist darum notwendig, weil die langen Arme unter den Teleskoparmen weg nach vorne reichen müssen. Auch ist in der Abbildung angedeutet, daß die wirksamen Hebelkanten in einer Ebene mit der entsprechenden geometrischen Achse $A$ liegen müssen.

Die Abb. 5 zeigt die Seitenansicht des Niveauzeichners. Auf dem horizontalen Zeichenbrett $F\,F$ steht eine vertikale Säule $S$, deren oberes Ende $E$ den Standpunkt vertritt. $E$ ist auch die projektive Verkürzung der Höhen-

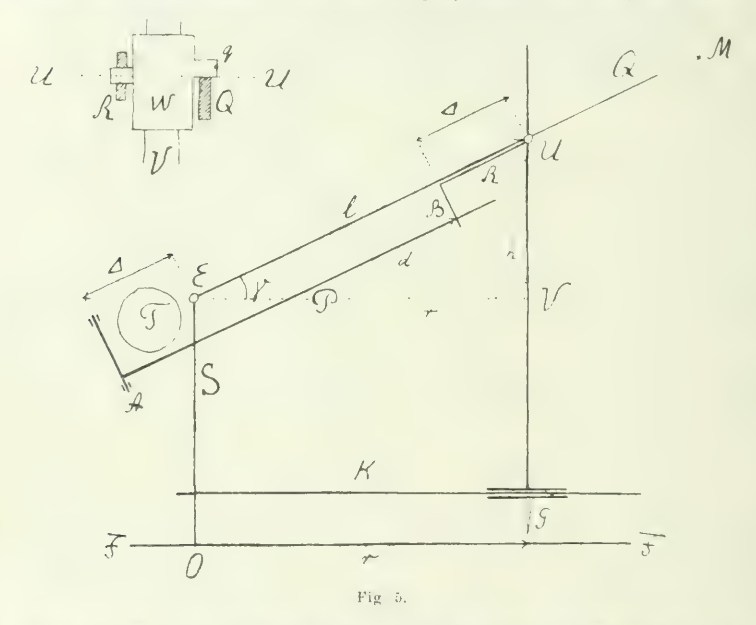



Fig. 5.

achse $C\,C$. Die Führungsschiene $Q$ hat die Richtung des Zielstrahles und ihre Oberkante liegt in einer Ebene mit $C\,C$, geht also durch $E$. An der drehbaren Säule $S$ sitzt fest eine horizontale Speiche $K$, die Azimutspeiche. Da die Säule $S$ die Schiene $Q$ mitnimmt, so ist die Speiche $K$ stets die Projektion der Schiene $Q$. Auf der Speiche $K$ verschiebbar ist ein vertikaler Reiter $V$. Die Kuppelung $U$ ist oben links erläutert. An dem Reiter $V$ ist ein Schlitten $W$ verschiebbar, der der horizontalen geometrischen Achse $U$ dient. Rechts trägt der Schlitten eine Nase $q$. Infolge des großen Übergewichtes des Teleskopes will die Schiene $Q$ nach oben schnellen, wird aber daran durch die Unterkante der Nase $q$ gehindert. Links trägt der Schlitten eine kurze Achse und an diese ist der Stiel $R$ der Brücke $B$ gehängt. Die Länge $l$ dieses Brückenstieles $R$ ist genau gleich dem Abstande

$l$ des Poles $E$ von der Ebene der Achsen $A$, so daß die Strecke $E\,V$ oder $l$ genau gleich ist dem Abstande $d$ der Brücke von der $A$-Ebene und dieses $d$ ist proportional dem Zielabstand $D$, so daß wir mit Hilfe der Verhältniszahl $K$ schreiben können:

$$L = K\,D \qquad (1)$$

Wenn $\gamma$ der Höhenwinkel des Zielstrahles ist, dann gilt für die Katheten der Hypotenuse $L$:

$$r = l \cos\gamma \qquad h = l \sin\gamma$$

Oder wenn wir den horizontalen oder vertikalen Abstand des Zielpunktes $M$ vom Ursprung $E$ mit $R$ und $H$ bezeichnen:

$$\begin{aligned} r &= K\,D \cos\gamma & h &= K\,D \sin\gamma \\ &= K R & &= K H \qquad (2) \end{aligned}$$

Die untere Verlängerung des Reiters $V$ trägt den Bleistift $G$, der auf dem vom Ursprung $O$ ausgehenden Horizontalrayon des Zielpunktes $M$ den Abstand $r$ aufträgt.

Wenn man den Apparat auf irgendeinem Zielpunkt $M$ einstellen will, dann dreht man die Säule $S$ mit der Speiche $K$ in die entsprechende Horizontalrichtung und man verschiebt den Reiter $V$ auf der Speiche $K$ in die Höhe von $M$. Jetzt ist es klar, warum die Brücke so leicht beweglich gemacht werden muß: wenn die Brücke hängen bliebe — wenn etwas eckte — dann würden die langen Stangen $K$ und $V$ leicht verzerrt.

Wenn dann der Apparat auf den Zielpunkt $M$ eingestellt ist, dann können wir auf einer Skala der Speiche $K$ unmittelbar den Vector $r$ ablesen, der laut (2) der Entfernung $R$ des Zielpunktes $M$ vom Nullpunkt $E$ proportional ist und auf einer Skala des Reiters $V$ können wir unmittelbar die Höhe $h$ ablesen, die laut (2) der Höhe $H$ des Zielpunktes über dem Nullpunkt $E$ proportional ist.

Jetzt ist es leicht, den Namen Niveauzeichner zu rechtfertigen. Wenn wir den Schlitten $N$ auf den Reiter $V$ in einer bestimmten Höhe $h$ fixieren, dann können wir mit dem Apparate nur solche Punkte $M$ in das Fadenkreuz bekommen, die alle in derselben Höhe $H$ über dem Nullpunkt $E$ liegen, die also zusammengenommen eine Höhenlinie oder Niveaulinie binden. Wir können den Stift $G$ diese Höhenlinie auch auf dem Papiere zeichnen lassen. Wir geben dem Apparate einen Trieb, der die Säule $S$ dreht und einen zweiten Trieb, der den Reiter $V$ auf der Speiche $K$ verschiebt. Durch Zusammenspiel der beiden Triebe lassen wir den Kreuzpunkt oder die Flugmarke des Telemeters längs der Abhänge des Geländers gleiten und dann zeichnet der Stift die durchlaufene Höhenkurve auf dem Papier automatisch auf.

# Th. Scheimpflugs Landvermessung aus der Luft.

Von Ingenieur G. Kammerer in Wien.

Motto: „Ich wäre nie Erfinder geworden, wenn ich nicht von jeher Zeit und Arbeit unterschätzt hätte."
Theodor Scheimpflug.

Der Herausgeber dieser Zeitschrift, Herr Hofrat E. Doležal, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, widmete in ihrem II. Band, 4. Heft 1911 pietätvoll dem Mitbegründer der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, dem am 22. August 1911 dahingeschiedenen österreichischen Offizier Th. Scheimpflug, einen sachlich hochwichtigen Nachruf, der in großen Zügen die Geschichte und Ziele von Scheimpflugs Arbeiten schildert.

Zweck der nachfolgenden Ausführungen ist es, zuerst im Anschlusse an den Nachruf jene Erlebnisse und Erfahrungen des Näheren zusammenzufassen, die diese Arbeiten auf den heutigen Stand gebracht haben, dann Scheimpflugs Verfahren für eine Landvermessung aus der Luft von verschiedenen Seiten aus zu beleuchten

Meine Bekanntschaft mit Th. Scheimpflug und seinen Zielen reicht zurück auf die Österreichische Ausstellung in London 1906; seit der Zeit fesselten mich der hochbegabte, unermüdliche Forscher und seine Sache so gewaltig, daß wir uns durch technisch-wissenschaftlichen Gedankenaustausch allmählich eng und enger zusammenfanden. Eine unserer ersten gemeinschaftlichen Arbeiten war der Bau eines Universal-Photo-Perspektographen, ganz aus Metall und mit selbsttätiger Einstellung auf Bildschärfe, für Umbildungen unter beliebigen Winkeln und in beliebigen Maßstäben.

Im Sommer vorigen Jahres, als Scheimpflug eine Erkundigungsreise nach Südamerika anzutreten gedachte, berief er mich als seinen Stellvertreter nach Wien. Auf diesen Umstand ist die Tatsache zurückzuführen, daß ich in seine jüngsten Bestrebungen eingeführt wurde.

Das Ziel, das Th. Scheimpflug seit seiner frühesten Betätigung als Topograph im Auge hatte, war: eine Photographie des Geländes als Karte, oder die Karte als Photographie, wie er sich in seinem Vortrage auf der 69. Versammlung der Naturforscher und Ärzte in Braunschweig 1897 ausdrückte [1]).

Er schwenkte mit diesem Gedanken nicht nur von den herkömmlichen Methoden punktweiser Messungen im Gelände ab, wie es ja die Photogrammetrie schon tut, sondern er wollte auch das bloß punktweise Auswerten von Geländeaufnahmen ersetzen durch photographische Transformationen ganzer Bildflächen.

Nun bekommt aber die terrestrische Photogrammetrie, die sich lotrechter Platten bedient, mit diesen sozusagen Aufrißbilder, während die Karte den Grundriß braucht. Auf solchen Aufrißbildern wird in der Regel nicht nur der Vordergrund viel zu groß und detailreich, der Hinter-

[1]) Siehe: „Die Verwendung des Skioptikons zur Herstellung von Karten und Plänen aus Photographien." Photographische Korrespondenz 1898.

grund viel zu klein und detailarm erscheinen, sondern — und das ist prinzipiell viel bedenklicher — es verdeckt der Vordergrund häufig große und wichtige Partien des Hintergrundes. Je höher der Standpunkt, desto freier die Übersicht. Man soll also trachten, das Gelände von möglichst hohen Punkten aus zu photographieren. Solche Überlegungen führen naturgemäß zu dem Bestreben, aus der Luft nach abwärts zu photographieren, um Einblick von oben zu gewinnen. Wie wünschenswert dies ist, soll nachfolgender Auszug aus dem Briefe eines Geometers in Ostafrika vor Augen führen: „Ich bin gegenwärtig mit noch zwei Kollegen daran, im östlichen Zentralafrika eine Eisenbahnstudie zu machen. Die Aufgabe ist ganz allgemein gehalten. Wir haben die beiden, mehrere hundert Kilometer voneinander entfernten Endpunkte gegeben und sollen bestimmen, in welchen Tälern und über welche Wasserscheiden die Linie am besten zu halten sei; sollen diese Behauptungen durch entsprechende Planaufnahmen flüchtiger Natur nachweisen und einen ungefähren Kostenvoranschlag aufstellen für den Gebrauch von Geldleuten und Großunternehmern. Daheim sind derartige Aufgaben bald gelöst. Man kauft Kartenblätter 1 : 25.000, zeichnet die Eisenbahn hinein, schaut sich dann an Ort und Stelle die Gegend mit sachverständigen Augen an und kann nachher in aller Gemütlichkeit das Weitere in der Stube abmachen. In den ‚interessanteren' Ländern, ohne jeglichen Kartenbehelf, geht die Sache weniger rasch ab. Das ganze in Frage kommende Gebiet, ja das ganze Land, ist mit dichtem, hohem Dornbusch bedeckt und keine Übersicht möglich. Um das Land zu bereisen, ist man angewiesen auf die wenigen schmalen Negerfußsteige, die in unendlichen Windungen sich umherschlängeln, so daß ein Distanzenschätzen und Aufnehmen der Marschrichtung unmöglich ist. Seitenaussicht gibt es auch keine. Der Ingenieur hat genug damit zu tun, sich die Augen gegen die Dornen zu schützen und muß oft lange Strecken buchstäblich auf allen Vieren einherkriechen.

Glaubt man endlich in der Gegend zu sein, wo eine Eisenbahn richtig angebracht wäre, so läßt man von 100 bis 200 Negern mit Buschmessern eine Linie durchschlagen, aufs gute Glück hin ungefähr in der gedachten Bahnrichtung, und macht eine genaue Aufnahme längs dieser Linie; dann vielleicht noch eine Parallellinie und hier oder da einmal eine in die Quere. Natürlich muß man sich ein wenig mäßigen im Verbrauch dieser Hilfslinien; denn das hundertkilometerweise Durchhauen und Vermessen kostet viel, sehr viel Zeit, Geld, Geduld und Fieber. Aus diesen gesammelten Anhaltspunkten wird dann der Schichtenplan zusammengestellt. Hat der Ingenieur Talent und Glück im Hinlegen seiner Hilfslinien, so gibt es vielleicht einen brauchbaren Plan; vielleicht kommt auch ein Unsinn zustande.

Vielleicht liegt auch das vermessene Gebiet weit weg von der Gegend, wo die Bahn vernünftigerweise hingehört. Wer soll das riechen? Und viel herumtüfteln darf man auch nicht. Die Herren in Europa wollen in der bestimmten, kurzen Frist ihren Plan haben für das viele, schöne Geld. Um Busch und Dörner kümmern sie sich nicht; man hat ja deshalb Ingenieure hinuntergeschickt! Man stoppelt also auf Tod und Leben einen schönen Plan zusammen und glaubt schließlich selber daran, daß die Aufgabe schön und

richtig gelöst ist. Nachher gibt es dann freilich die üblichen ,Überraschungen' im Betrage von Millionen; auch kommt man vielleicht zur Erkenntnis, daß die Anlage stümperhaft verkehrt geplant ist, aber zu spät. Ein Glück ist es dann noch, wenn die armen Teufel von Ingenieuren glücklich außer Schuß- oder Galgenweite sich befinden."

Das Photographieren von oben beseitigt in hervorragender Weise den hier so drastisch gekennzeichneten Mangel an Übersicht aus Standpunkten im Gelände. (Dieser Mangel macht sich bekanntermaßen nicht nur im Neuland, sondern auch in Kulturländern sehr hindernd fühlbar!) Die Aerophotogrammetrie nützt aber den wesentlichen Vorteil freier Einsicht ins Gelände nicht voll aus, solange sie, ebenso wie die terrestrische Photogrammetrie, aus dem Bilde zum Entwurf einer Karte nur Richtungen, Linien oder Punkte herausgreift: Eine Photographie ebenen und wagrechten Geländes lotrecht nach abwärts, d. h. mit wagrechter Platte aufgenommen, ist doch an sich eine stumme Karte, wie sie naturbildtreuer nicht gezeichnet werden kann.

In diesem besonderen Falle sind nicht bloß einzelne auserlesene Punkte richtig eingetragen, sondern die gesamte, auf dem Bilde sichtbare Fläche mit all ihren Einzelheiten. Der Maßstab ist bestimmt durch das Verhältnis der Objektivabstände von Bild und Gelände.

Weniger einfach steht es allerdings in den allgemeinen Fällen, wo die Platte bei der Aufnahme nicht wagrecht liegt. Hier handelt es sich zunächst um die Ermittlung der Größe und Richtung der Abweichung von der Wagrechten, dann um die Beseitigung der Verzerrungen im Bilde, die durch die Neigung der Platte bedingt wurden. Die erschwerenden Umstände bei geneigten Platten hatten mancherlei Versuche im Gefolge, die Platten während der Aufnahme stets wagrecht zu halten. Aber auch geneigte Bilder lassen sich streng kartographisch verwerten und Aerophotogrammeter haben hierzu verschiedene Methoden ausgearbeitet[1]).

Diese Methoden stützen sich auf die projektiven Beziehungen zwischen Bild und Gelände und sind teils rechnerisch, teils graphisch, oder beides vereint; sie haben fast ausschließlich wieder nur punktweise Auswertung der Bilder zum Ziele.

Th. Scheimpflug hat diesen Beziehungen einen größeren Wirkungskreis abgewonnen, indem er sich sagte: Sowohl Photographien als Karten sind ebene und projektive Bilder des Geländes; sie unterscheiden sich nur dadurch voneinander, daß im allgemeinen jedes Element der Photographie einen anderen Maßstab hat als das entsprechende Element der Karte; es müsse also möglich sein, durch Prozesse, die diese Maßstabsverschiedenheiten beseitigen, die Photographien in Karten überzuführen. Er entdeckte beim Studium der projektiven Beziehungen die Gesetze der schiefen Umbildung und baute auch eigene Apparate (Photo-Perspektographen), die die schiefe

[1] Siehe „Über österreichische Versuche, Drachenphotogramme kartographisch zu verwerten und deren bisherige Resultate." Von Theodor Scheimpflug. Photographische Korrespondenz 1903.

Umbildung besorgen können[1]). Seine Photo-Perspektographen (Fig. 1) gestatten das Umphotographieren geneigter Geländeaufnahme in wagrechte, einerseits durch Einstellungen an den Teilungen des Photo-Perspektographen, wenn die Größe und Richtung der Neigung bekannt sind; anderseits durch „optische Koinzidenz" mit eingemessenen und auf einer Mattscheibe vorgezeichneten Geländepunkten (Fig. 2); im letzteren Falle geben die Ablesungen am Photo-Perspektographen alle nötigen Auskünfte über den Aufnahmeort, sowie über die Richtung und Neigung der Platte, kurz über die Lage des Bildes im Raum. Bei einem Überschuß von eingemessenen Geländepunkten ist durch das optische Koinzidenzverfahren sogar eine Art Fehlerausgleich mit freiem Auge durchführbar, der dem Grundgedanken der Methode der kleinsten Quadrate entspricht und nur wenig Zeit und Mühe erfordert. (Proben solcher Umbildungen wurden zum ersten Male bei der österreichischen Ausstellung in London 1906 vorgeführt.)

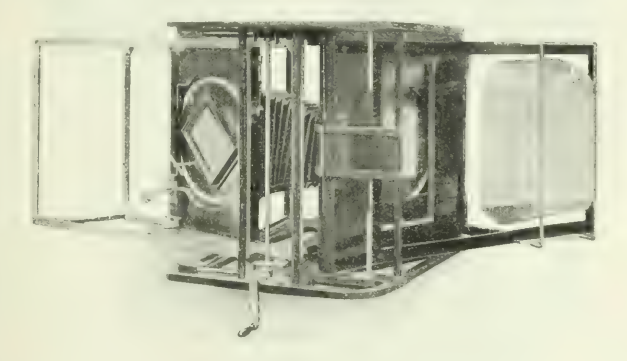


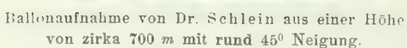
Fig. 1. Photo-Perspektograph von Th. Scheimpflug.

Seine ersten Geländephotographien aus der Luft hatte sich Th. Scheimpflug durch Drachen mit fest eingebauter Kamera verschafft. Um mit einer einzigen Aufnahme ein möglichst großes Gesichtsfeld zu decken, hat er einen „Panoramenapparat" gebaut; dieser bestand aus einer während der Aufnahme möglichst nahe lotrecht nach abwärts zu richtenden Mittelkamera, umschlossen von einem Hexagon um 45° geneigter Seitenkameras. Zum Wagrechtstellen der Mittelplatte war der Apparat mit Libellen versehen. Über die „Orientierung" der Bilder dieses Panoramenapparates sagte Th. Scheimpflug bei seinem Vortrage in der 78. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte in Stuttgart, September 1906, folgendes: Zur rohen Weiterverarbeitung des Bildermateriales zu horizontalen Vogelperspektiven genügen die Angaben der Libellen allein. Wünscht man dagegen möglichste Genauigkeit und eine vollkommen fehlerfreie Darstellung der Niveauverhältnisse des

[1]) Siehe: „Der Photo-Perspektograph und seine Anwendung." Von Theodor Scheimflug Photographische Korrespondenz, Wien, Nov 1906, Nr 554 der ganzen Folge

Geländes, so sind je 5 genauestens eingemessene Punkte des Geländes pro Einzelbild erforderlich. In der nach seinem Vortrage von Prof. A. Penck (Berlin) eingeleiteten Diskussion sprach er die Hoffnung aus, auch die Niveauverhältnisse des Geländes auf Grund seiner horizontalen Vogelperspektiven ermitteln und durch ein noch im Versuchsstadium befindliches photographisches Verfahren die horizontalen Vogelperspektiven in strenge Orthogonalprojektionen überführen zu können.

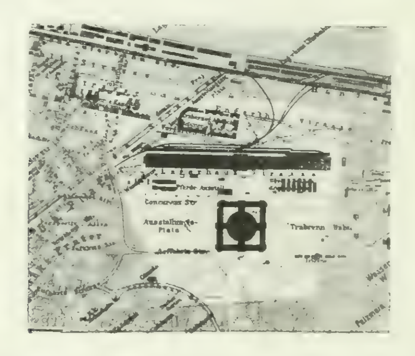




Ballonaufnahme von Dr. Schlein aus einer Höhe von zirka 700 *m* mit rund 45° Neigung.



Transformation in die Horizontalebene.



Korrespondierender Ausschnitt aus dem neueston Stadtplan.

Fig. 2.

Scheimpflugs Akademieschrift: „Die Herstellung von Karten und Plänen auf photographischem Wege" (Sitzungsbericht der Mathem.-naturw. Klasse Bd. CXVI., Abtl. II a., Februar 1907. In Kommission bei Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler, Wien) beschreibt die Methode der „optischen Koinzidenz" in ihrer Anwendung auf die Orientierung der Aufnahmen gegen Festpunkte im Gelände; ferner die Ermittlung des Schichtenplanes aus horizontierten und geodätisch orientierten Vogelperspektiven: *A.* ohne besondere instrumentelle Hilfsmittel; *B.* mit Hilfe des Stereo-Kompa-

rators; endlich die zonenweise Überführung der horizontalen Vogelperspektiven in Orthogonalprojektionen.

Wie man sieht, war sich Scheimpflug schon zur Zeit, als er die Akademieschrift vorbereitete, spätestens im Jahre 1906, ganz klar darüber, daß er seine Aufnahmen aus der Luft paarweise stereometrisch auswerten wolle; er nahm dazu einen Stereo-Komparator in Aussicht und ein solcher wurde ihm im Sommer 1907 von der Firma Zeiß auch geliefert.

Das in der Akademieschrift skizzierte Programm konnte aber nur schrittweise verfolgt werden. Vor allem war der erste Panoramenapparat durch einen Sturz bei einem Drachenaufstiege zerschmettert worden und mußte durch einen neuen ersetzt werden (Fig. 3 und 4). Mit dem neuen Apparat

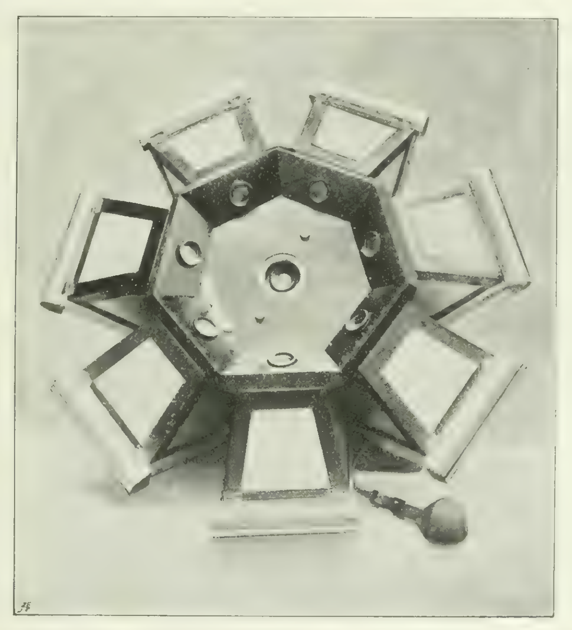


Fig. 3. Th Scheimpflugs achtteilige Aerokamera für Landvermessungen. Ansicht von unten.

lieferte erst eine Ballonfahrt im September 1907 Bilder, die sich genügend übergriffen für die Ermittlung der Geländeplastik. Ferner erwies sich die Transformation der Einzelbilder auf Grund der mechanischen Justierung des Panoramenapparates oder auf Grund von Festpunkten, die einer Karte entnommen wurden, als zu ungenau, um eine Verarbeitung unter dem Stereo-Komparator zu rechtfertigen, ja überhaupt zu gestatten. Darum wurde einerseits ein graphisches Verfahren der Orientierung und Höhenbestimmung angewendet, um nur einmal die Vorteile von Aufnahmen aus der Luft mit einer

Panoramenkamera, sowie die Eigenart einer Photokarte vorführen zu können (Tafel I, Fig. 5 und Tafel II, Fig. 6). Anderseits versuchte **Scheimpflug**, das Zusammenfügen der geneigten Bilder mit dem Mittelbild auf vollkommenere Weise zu erzielen als bis dahin. Seine gründlichen Versuche erwiesen nämlich eine derartige Genauigkeit des Umbildens durch Lichtstrahlen, daß ihr erst



Fig. 4 Th. Scheimpflugs achtteilige Aerokamera. Während der Belichtung

eine schärfere Berichtigung aller „Meßmarken" Genüge tue: Unstimmigkeiten der umphotographierten Einzelbilder rührten keineswegs von Verzeichnungen durch die Objektive her, sondern von unzureichend genauer Kenntnis sämtlicher „Konstanten" des Panoramenapparates.

Unter „Meßmarken" sind hier Marken im Panoramenapparate zu verstehen, die untereinander und gegen die Objektive, Platten und optischen Achsen eine bestimmte Lage haben; aus dieser kann auf die wechselseitige

Lage sämtlicher Bilder des Panoramenapparates geschlossen werden, wenn auf den Bildern die Meßmarken mitphotographiert werden. Solche Marken vertreten bei der Photogrammetrie die Stelle der „Fadenkreuze, Distanzfäden oder -linien" etc. in gewöhnlichen geodätischen Instrumenten. Sie sind Anhalte für die Zielrichtungen, Bildweiten etc., kurz für die photogrammetrischen „Konstanten" des Apparates.

Da die Markenrahmen aller Einzelkameras, sowie sämtliche Objektive unveränderlich fest in den neuen Panoramenapparat eingebaut sind, soll eine einmalige genaue Berechnung der Apparatkonstanten genügen, um nach ihr jederzeit die Einzelbilder gleichzeitiger Belichtung zu einem ebenen Gesamtbilde, einer einheitlichen „Vogelperspektive", zu vereinigen, ohne Anhalt im Gelände. Einer solchen Berechnung legte nun Scheimpflug eine Sternhimmelaufnahme mit dem Panoramenapparat zugrunde, d. h.: er photographierte mit dem umgestürzten Panoramenapparat den Sternenhimmel innerhalb des ganzen Gesichtsfeldes, das die Objektive zusammen decken, und rechnete aus den relativen Sternenpositionen mit Berücksichtigung der Refraktion und aus den Abmessungen auf den gleichzeitig belichteten Platten jene Lagen, die sämtliche Markenbilder, vom Objektiv der Mittelkamera als Strahlenzentrum auf eine gemeinsame Ebene projiziert einnehmen müssen. Photographiert man dann im Perspektographen zusammengehörige Einzelbilder so um, daß ihre Markenbilder mit den ausgerechneten und auf einer „Paßplatte" vorgezeichneten Marken zusammenfallen, so müssen auch die transformierten Bilder in einer und derselben Ebene liegen und so aneinanderpassen, als ob das ganze Gesichtsfeld mit einem einzigen Objektiv auf einer einzigen Platte abphotographiert worden wäre.

Die Berechnung war noch nicht fertig, als im Jahre 1909 die „Ila" beschickt wurde. In die letzten Monate vor der „Ila" fiel nämlich auch eine Reihe anderer mühevoller Arbeiten, darunter die Konstruktion und der Bau eines Universal-Transformators Scheimpflug-Kammerer (Fig. 7) und eines Reproduktionsapparates für das Zusammenphotographieren der Einzelbilder des Panoramenapparates zu einem Gesamtbilde auf Glas; aber auch diese Instrumente konnten für die Herstellung von Demonstrationsobjekten für die „Ila" noch nicht zur Anwendung kommen.

Die Denkschrift der Ersten Internationalen Luftschiffahrts-Ausstellung („Ila") in Frankfurt enthält Th. Scheimpflugs Vortrag: „Die technischen und wirtschaftlichen Chancen einer ausgedehnten Kolonial-Vermessung", der, mit guten Abbildungen illustriert, den damaligen Stand der Sache schildert.

Über die Fortschritte, die seither zu verzeichnen sind, ist fast nichts in die Öffentlichkeit gedrungen. Scheimpflug selbst schrieb am 21. April 1911 an Prof. S. Finsterwalder (München) wie folgt: „Bei der Frankfurter Ausstellung handelte es sich darum, zu zeigen, was gerade da war. Sowohl die Ausstellungsobjekte, wie mein Vortrag waren entschieden Improvisationen im letzten Moment und sollten nicht als abgeschlossene Arbeit beurteilt werden. Sie geben sozusagen nur ein Momentbild des damaligen Standes meiner Arbeiten und, da ich unablässig fortarbeite, so ist klar, daß ich heute schon weiter bin

Herr Professor machen mich darauf aufmerksam, daß meine graphische Triangulierung aus den Bildern leidlich genau ist, dagegen die Genauigkeit der Höhenbestimmung eine ungenügende und begründen das ganz richtig mit den unbekannten Neigungsfehlern der Panoramen.

Das ist mir ganz klar bewußt und Sie dürften auch aus meiner neuesten Publikation[1]) entnehmen können, wie ich dem Übelstande beizukommen suche, nämlich dadurch, daß ich zuerst mit den annähernd horizontalen Panoramen die Lage einiger wichtigen Gerippliniem des Geländes im Grundriß feststelle und diesen skizzenhaften Grundriß dazu benutze, um meine Pano-

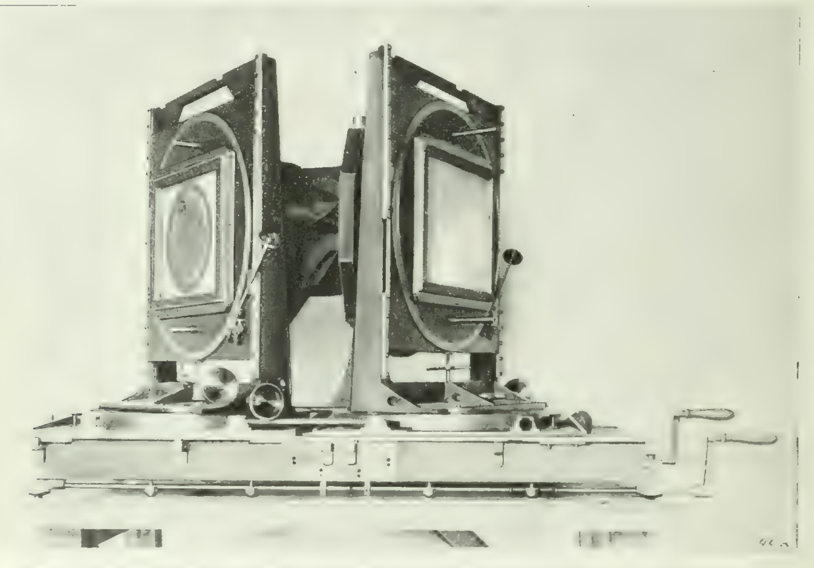


Fig. 7. Photographischer Universal-Transformator Scheimpflug-Kammerer zum Umbilden beliebig geneigter Aufnahmen in beliebigen Maßstäben.

ramen mit Hilfe des Photo-Perspektographen genau horizontal zu stellen und dann erst mit den genau horizontal gestellten Panoramen einerseits die Höhenunterschiede der Ballonorte, anderseits die Schichtlinien festzulegen trachte.

Ein großer Teil der Fehler bei der Frankfurter Arbeit ist darauf zurückzuführen, daß, um die Panoramen zusammenzufügen, noch Papierkopien gemacht und auf einen Karton zusammengeklebt werden mußten. Das ist ja selbstverständlich ein ganz rohes und unwissenschaftliches Verfahren, das

[1]) „Die Flugtechnik im Dienste des Vermessungswesens." Hermann Hoernes, Buch des Fluges. Verlag Georg Szelinski, k. k. Universitätsbuchhandlung, 1911.

nur gerechtfertigt ist, wenn man rasch dem Laienpublikum etwas zeigen will; aber nicht bei ernster geodätischer Arbeit.

In der Zwischenzeit habe ich Apparate und Methoden geschaffen, die ein viel schärferes Zusammenpassen der Bilder ermöglichen. Das ganze geschieht von Glas auf Glas und geht heute schon so gut, daß die Richtmittel meines Ballonapparates jetzt nicht mehr entsprechen und einer Verfeinerung bedürfen, um die übrige Arbeit nicht zu verderben.

Außerdem bin ich soeben damit beschäftigt, einen praktikablen Weg zu ermitteln, um die gegenseitigen Verschränkungen der Panoramen aus den Bildern selbst mit recht großer Genauigkeit festzustellen. Dadurch wird die gegenseitige Verknüpfung der einander übergreifenden Panoramen und ihre Einfügung in ein Triangulationsnetz erster Ordnung zu einer exakten, der Rechnung zugänglichen Arbeit, gegen die auch die strengsten Theoretiker nichts einzuwenden haben dürften.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß in meiner Werkstätte ein Zeichenapparat in Bau ist, der für meine Panoramen dasselbe leisten soll, wie der Orelsche Auto-Stereograph für Bilder festen Standpunktes."

Zu diesem Briefe muß folgendes nachgetragen werden:

Für die zonenweise Überführung der Vogelperspektiven in Orthogonalprojektionen benötigte Th. Scheimpflug einen Schichtenplan des aufgenommenen Geländes. Die bis dahin bekannten Ableitungen eines solchen aus den Bildern selbst waren zu umständlich und kostspielig, und so schritt Scheimpflug an eine neue Lösung der Aufgabe nach dem „Kernflächenverfahren", zur genauen Ermittlung der Geländeformen aus einander übergreifenden Ansichten. Die dafür angefertigten Zeichnungen wurden auf der Internationalen Flugausstellung in Wien im Frühsommer des laufenden Jahres zum ersten Male der Öffentlichkeit vorgeführt und nach Schluß dieser Ausstellung Herrn Hofrat Doležal für die Photogrammetrische Lehrkanzel der Technischen Hochschule gewidmet. Eine Abhandlung über das „Kernflächenverfahren", seinerzeit für einen Vortrag in Petersburg bestimmt, stellt Th. Scheimpflugs Verlassenschaft auf besonderen Wunsch gerne zur Verfügung, da diese Arbeit einen weiteren Beweis liefert für die Gründlichkeit des Verstorbenen in allem, was er der Aerophotogrammetrie abgewinnen konnte.

Der Hinblick auf künftige Massenarbeit, die von Handgeschicklichkeit möglichst unabhängig sein soll, veranlaßte Scheimpflug aber, jenen automatischen Zeichenapparat für solche Zwecke zu konstruieren.

Auf die Anregung Prof. Finsterwalders hin befaßte sich Th. Scheimpflug ab April 1911 auch mit der Ermittlung der Neigungen zweier sich übergreifenden Vogelperspektiven gegeneinander aus den Bildern selbst, ohne Anhalt im photographierten Gelände, sowie mit der Frage der Horizontierung sich übergreifender Bilder auf Grund von nur einigen im Gelände trigonometrisch festgelegten und auf den Bildern deutlich sichtbaren Punkten. Kennt man nämlich die Neigungen der sich übergreifenden Bilder gegeneinander genau, so genügt die Ermittlung der Neigung eines einzigen dieser Bilder gegen den Horizont, um sämtliche Bilder mit Hilfe des Photo-

Perspektographen in genau horizontierte zu verwandeln und alle sonstigen Elemente der Orientierung festzulegen.

Wäre jedes Bild für sich gegen das Gelände zu orientieren und zu horizontieren, so würde dies eine Triangulation über das gesamte zu vermessende Gelände erheischen. Der Vorteil eines Verfahrens, das an Stelle einer durchlaufenden Triangulierung nur das Festlegen einiger Punkte für die ganze Gruppe sich übergreifender Aufnahmen erfordert, braucht kaum weiter ausgeführt zu werden; die enormen Kosten einer Triangulierung sind zur Genüge bekannt; diese Kosten und der für Triangulierungen nötige Zeitaufwand sind ja gerade das, wovor man bei Vermessungen von Neuland am meisten zurückschreckt.

Die Weisungen, die Th. Scheimpflug in dieser Sache seinen Mitarbeitern gab, förderten praktische und gleichzeitig streng wissenschaftliche Meß- und Rechenverfahren zutage, mit denen es diesen vergönnt war, ihn noch auf seinem letzten Krankenlager zu erfreuen.

Ende Mai 1911 fuhr Th. Scheimpflug trotz einer tückischen Nasenschleimhautentzündung nach Brüssel, London und Paris. Er konnte sich auf dieser Reise nicht genügend pflegen, kam schon recht krank nach Wien zurück und erlag der Krankheit am 22. August 1911.

Die von Scheimpflug angestrebte Verfeinerung der Richtmittel des Panoramenapparates zu einem wirklichen Präzisionsinstrumente führten wir folgendermaßen durch: Die bis dahin vor den Kassettendeckeln in den Apparat eingebauten Markenrahmen wurden durch neue ersetzt, die bei der Belichtung unmittelbar an der empfindlichen Plattenschicht anliegen und sich nun vollkommen scharf mitphotographieren, während die früheren etwas verschwommen abgebildet worden waren, so daß sich die erste Berechnung der Apparatkonstanten noch immer nicht genau genug erwiesen hatte. Sämtliche Apparatkonstanten wurden nun aus einer neuen Sternhimmelaufnahme mit dem verbesserten Apparate aufs schärfste berechnet und neue Paßplatten für das genaue Zusammenphotographieren der Einzelbilder zu einem Gesamtbild vorgezeichnet.

Heute wissen wir aus Sternhimmelbildern mit dem Aufnahmeapparat, daß man schon bei Brennweiten von rund 14 *cm* die Abstände der Platten von den Hauptpunkten der Objektive bis auf 0·03 *mm*, die wechselseitigen Neigungswinkel und Azimute der optischen Achsen bis auf eine halbe Bogenminute genau bestimmen kann und soll, um die Bilder entsprechend verwerten zu können.

Das hier Gesagte bezieht sich auf die zu einem Vogelperspektivpanorama von 140° Gesichtswinkel zu vereinigenden Einzelbilder des Aufnahmeapparates. Ein solches Gesamtbild vertritt jetzt in mikroskopischer Strenge die Stelle einer Einzelaufnahme mit einem Objektiv von rund 140° Gesichtswinkel. (Der naheliegende Gedanke, anstatt eines Panoramenapparates mit vielen Objektiven eine Einzelkamera mit einem Weitwinkelobjektiv neuester Konstruktion zu verwenden, läßt sich nicht in die Tat umsetzen, denn: das Photographieren aus schwankenden Standpunkten in der Luft verlangt

Momentaufnahmen; Objektive mit sehr großem Gesichtswinkel brauchen aber Zeitbelichtungen. Großes Öffnungsverhältnis (für Lichtstärke), großer Gesichtswinkel und geometrisch genaue Zeichnung schließen sich in einem Einzelobjektiv wechselseitig aus. Schon Objektive von rund 70° Gesichtswinkel, die noch richtig zeichnen und außerdem Momentaufnahmen zulassen, sind ein schwer erkämpfter Triumph der modernen optischen Technik.)

Die von Scheimpflug angeregten Methoden, um die absolute Lage einer einzelnen Vogelperspektive oder einer ganzen Gruppe sich übergreifender Vogelperspektiven im Raume mit großer Schärfe zu ermitteln, wurden seither noch weiter ausgebildet. Man bestimmt die relative Lage von drei trigonometrisch festgelegten Geländepunkten aus den Vogelperspektiven und bezieht sie auf ihre absolute Lage im Gelände, und zwar aus einer Gruppe jedenfalls rechnerisch, aus bloß zwei sich übergreifenden Vogelperspektiven allenfalls durch „optische Koinzidenz", wenn die Festpunkte innerhalb ihres gemeinsamen Gesichtsfeldes liegen.

Daraus ergeben sich die wahren Nadirpunkte aller sich übergreifenden Vogelperspektiven; die geneigten Vogelperspektiven können sodann auf streng wagerechte, von genau gleicher Bildweite, umphotographiert, unter Umständen auch anders umgebildet werden

Wäre die Aufnahmehöhe bei der ganzen Gruppe konstant gewesen, so ließen sich so genau horizontierte Panoramen ohne weiteres unter dem Stereo-Komparator ganz auswerten, d. h. stereoskopisch auf Grundriß und Höhenunterschiede untersuchen. Die plastische Wirkung wäre in der ganzen Ausdehnung des Doppelbildes und für alle Höhenlagen gesichert. Bei der Luftfahrt kann sich aber die Fahrthöhe auch bei größter Umsicht innerhalb so weiter Grenzen ändern, daß zwei sich übergreifende Aufnahmen nicht mehr den gleichen Maßstab zeigen. Der Stereo-Komparator gestattet zwar auch in diesem Falle eine genaue Auswertung der Bilder (siehe: Akademieschrift), aber streng genommen nur noch punktweise. Selbst das Verfolgen von Schichtlinien geht da mit fix eingestellter „wandernder Marke" nicht mehr ohne kontinuierliche, gesetzmäßige Verstellung der Bilder gegeneinander. Der große Scheimpflugsche Zeichenapparat hat deshalb eine solche gesetzmäßige Verstellung der Bilder gegeneinander zur Aufgabe. Er wurde zu Th. Scheimpflugs Lebzeiten nicht ganz fertig; die Fertigstellung ist in Aussicht genommen, sobald Massenarbeit vorliegen wird. Ich baute seither eine provisorische Hilfsvorrichtung, die unmittelbar am Stereo-Komparator anzubringen ist und denselben Zweck hat.

Im nachfolgenden soll der Vorgang bei einer Geländeaufnahme aus der Luft nach Th. Scheimpflugs Verfahren in seinem gegenwärtigen Stande beschrieben werden.

### I. Lufttechnischer Teil.

Die Aufnahme wird, so gut horizontiert als leicht möglich, aus einer Höhe gemacht, die dem Maßstabe der gewünschten Karte beiläufig angepaßt ist. Der Maßstab ist gegeben durch das Verhältnis der Bildweite (Abstand der Bildebene vom Hauptpunkt des Objektivs) zur Aufnahmehöhe Die

Einzelbilder des Scheimpflugschen Panoramenapparates werden nach bisheriger Gepflogenheit zu Vogelperspektiven von genau 90 *mm* Bildweite umphotographiert. Der Maßstab solcher Vogelperspektiven ist daher

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1: 1.000 | bei | einer | Aufnahmehöhe | von | 90 | *m* |
| 1: 2.500 | „ | „ | „ | „ | 225 | *m* |
| 1: 5.000 | „ | „ | „ | „ | 450 | *m* |
| 1:10.000 | „ | „ | „ | „ | 900 | *m* |
| 1:25.000 | „ | „ | „ | „ | 2250 | *m* |
| 1:50.000 | „ | „ | „ | „ | 4500 | *m* |

Der Gesichtswinkel des 8fachen Panoramenapparates (in seiner heutigen Konstruktion) beträgt annähernd 140°. Die Panoramen decken also beiläufig eine Kreisfläche, deren Durchmesser rund 5mal so groß ist, als die jeweilige Aufnahmehöhe; also eine Fläche von

| | | |
|---|---|---|
| 16 *ha* | aus | 90 *m* |
| 100 *ha* | „ | 225 *m* |
| 400 *ha* | „ | 450 *m* |
| 1600 *ha* | „ | 900 *m* |
| 3600 *ha* | „ | 1350 *m* |
| 6400 *ha* | „ | 1800 *m* |
| 10.000 *ha* | „ | 2250 *m* |
| 40.000 *ha* | „ | 4500 *m* |

Flaches Gelände läßt sich ganz vermessen durch Aufnahmen, die einander nur so weit übergreifen, daß nirgends Lücken entstehen. Diese Bedingung wird schon erfüllt, wenn die Aufnahmeorte $3^1/_2$mal so weit voneinander abstehen als vom Gelände, z. B.:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| rund | 3 *km* | in | 900 *m* | Höhe | (Originalmaßstab | 1:10.000) |
| „ | $7^1/_2$ *km* | „ | 2250 *m* | „ | ( „ | 1:25.000) |
| „ | 15 *km* | „ | 4500 *m* | „ | ( „ | 1:50.000) |

Wie man sieht, können Aufnahmen aus großen Höhen und in entsprechenden Abständen voneinander ganz Gewaltiges leisten. Freilich können für große Höhen vorläufig vielleicht nur Freiballons in Betracht kommen — bei denen das genaue Überfahren vorausbestimmter Geländepunkte immer von günstigen Vorbedingungen abhängt. Es kann aber auch mit Freiballons, nach Sondierungen der Windrichtung und durch geschickte Wahl der Aufstiegorte, viel ermöglicht werden, namentlich, wenn man mit Aufnahmen nicht allzu sparsam ist, sondern für die Deckung des Geländes lieber etwas mehr Aufnahmen macht, als zu wenig. Unvermeidliche Lücken ließen sich übrigens durch Aufnahmen von Drachen aus vermessen, allerdings schwerlich aus sehr großen Höhen; Drachenaufnahmen aus geringen Höhen brauchten aber für die gemeinsame Verarbeitung nur verkleinert zu werden.

Unebenes Gelände bedarf kürzerer Abstände zwischen den Aufnahmeorten. Die Ermittlung der Geländeplastik verlangt, daß jeder Geländeteil mindestens aus zwei verschiedenen Punkten aufgenommen sei. Die Aufnahmen müssen sich zu diesem Zwecke zur Hälfte ihres Durchmessers übergreifen;

das geschieht, wenn die Aufnahmeorte nicht um mehr als das Zweiundeinhalbfache der Aufnahmehöhe voneinander entfernt sind. Hat das Gelände Böschungen bis zu 45°, so sind diese nur dann unter allen Umständen ausmeßbar, wenn die Abstände zwischen den Aufnahmeorten nicht größer sind als die Aufnahmehöhe. Bei noch steileren Böschungen im Gelände müssen die Abstände noch entsprechend kürzer gehalten werden, wenn man Wert darauf legt, auch alle solchen Böschungen genau vermessen zu können.

Das Auswechseln sämtlicher Platten des Scheimpflugschen Panoramenapparates, das beiläufige Wagerechtstellen nach Libellen und die Belichtung brauchen bei der heutigen Anordnung zusammen zwei bis drei Minuten. In kürzeren Zeitabschnitten können also aufeinanderfolgende Aufnahmen nicht erledigt werden. Mit einem Freiballon kann deshalb noch dann systematisch vermessen werden, wenn er in diesen Zeitabschnitten nicht weiter fährt, als die für das Übergreifen der Aufnahmen vorgeschriebene Entfernung. Da die Abstände stets mit den Höhen wachsen dürfen, sind also auch hier große Höhen von ausschlaggebender Bedeutung. (Die oben ausgerechneten $7^1/_2$ *km* Entfernung in 2250 *m* Höhe, innerhalb durchschnittlich $2^1/_2$ Minuten zurückgelegt, würden eine Stundengeschwindigkeit von 180 *km* bedeuten! Scheimpflugs Vorschlag eines „Abschraffierens"[1]) des zu vermessenden Landes durch parallele Freiballonfahrten in großen Höhen mit einem Panoramenapparat großen Gesichtswinkels hat also heute noch gute Berechtigung.)

Für Aufnahmen großen Maßstabes, d. h. aus geringen Höhen und in geringen Abständen, werden freilich diejenigen kaum mehr an Freiballons denken, die erfahren haben, mit welcher Leichtigkeit ein Luftschiff bei günstigen Verhältnissen beliebige Geländepunkte überfahren kann, und daß bei guten atmosphärischen Vorbedingungen auch ohne Stoppen der Motoren scharfe Photographien zu erzielen sind. Im vermessenen Gelände, von dem irgendwelche Karten schon bestehen, brauchen dem Luftschiffer nur die Punkte angegeben zu werden, über denen man Aufnahmen zu machen hat; in Neuland kann er die jeweiligen Nadirpunkte beiläufig vorausbestimmen durch Vorwärtsvisur vom augenblicklichen Aufnahmeort aus in der Fahrtrichtung und unter einem Neigungswinkel, der dem gewünschten Verhältnisse zwischen Aufnahmehöhe und Abstand zukommt; der Luftschiffer kann den Ort der neuen Aufnahme kontrollieren durch Rückwärtsvisur unter demselben Neigungswinkel zum eben erledigten Nadirpunkt. Solange die gestatteten Maximalabstände nicht überschritten werden, kommt es auf ein möglichst genaues Einhalten der Abstände nur aus Sparsamkeitsrücksichten an: Man wird trachten, nicht mehr Aufnahmen zu machen und zu verarbeiten, als nötig ist.

Auf den Platten bilden sich Bezeichnungen der Einzelkameras des Panoramenapparates, in die sie eingelegt waren, und fortlaufende Nummern der Kassetten ab, so daß ein Registrieren nicht schwer fällt.

Die nachstehende Tabelle nimmt als Grundlage für die Rechnung der Endergebnisse Zeitabschnitte von 3 Minuten zwischen den Aufnahmen an

[1]) Siehe: Akademieschrift

Aufnahmehöhen:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 225 | 450 | 900 | 1350 | 1800 | 2250 | 2700 *m* |

Originalmaßstäbe:

1:2.500, 1:5.000, 1:10.000, 1:15.000, 1:20.000, 1:25.000, 1:30.000

Fahrgeschwindigkeit und Reinerträgnis pro Stunde

1. bei der lückenlosen Erforschung von Neuland und
2. bei der genauen Vermessung wagerechter Ebenen

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rund | 15 | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 *km* |
| „ | 12 | 48 | 192 | 432 | 768 | 1200 | 1800 $km^2$ |

3. *a)* bei der genauen Vermessung unebenen Geländes mit Böschungen bis etwa 20°

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rund | 11 | 22 | 44 | 66 | 88 | 110 | 132 *km* |
| „ | 6 | 24 | 96 | 216 | 384 | 600 | 900 $km^2$ |

3. *b)* bei der genauen Vermessung unebenen Geländes mit Böschungen bis zu 45°

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| rund | 4·5 | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 *km* |
| „ | 1 | 4 | 16 | 36 | 64 | 100 | 150 $km^2$ |

Diese Übersicht deutet an, welch riesige Flächen Scheimpflugs Verfahren mit heute schon bestehenden Luftfahrzeugen in kurzer Zeit aufnehmen kann. Es sei hier auf Ballonphotographien hingewiesen, die, aus Höhen bis zu 7000 *m* aufgenommen, sich noch gut kartographisch verwerten ließen. Die Übersicht erlaubt ferner einen Schluß auf die Grenzfälle, in denen einerseits die Leistungsfähigkeit des Aufnahmeverfahrens hinter der der Luftfahrt, anderseits die Luftfahrt hinter dem Aufnahmeverfahren zurückbleibt. Sie zeigt endlich die Vorbedingungen für die günstigste Anpassung der Luftfahrt an das Aufnahmeverfahren.

Die lufttechnischen Kosten einer Landesaufnahme nach Th. Scheimpflug lassen sich aus obiger Zusammenstellung schon annähernd schätzen; natürlich hängt die Schätzung von Annahmen über voraussichtliche Witterungsverhältnisse ab.

## II. Photogrammetrischer Teil.

Die gewonnenen Negative werden entwickelt, und die 8 Einzelbilder jeder Aufnahme der Berechnung des Apparates gemäß zu einer ebenen Vogelperspektive zusammenphotographiert.

Auf je zwei sich übergreifenden Vogelperspektiven in beliebiger Lage am Stereo-Komparator werden im gemeinschaftlichen Teile die Koordinaten jener Anzahl identer Punkte gemessen, die für die bequeme Berechnung und Kontrolle sämtlicher Elemente für die gegenseitige Orientierung nötig sind.

Die Berechnung wird durchgeführt nach einer von Th. Scheimpflug für parallele Platten abgeleiteten und nach seinen Weisungen später für beliebig geneigte Platten verallgemeinerten Formel.

Die Ergebnisse dieser Berechnung bestimmen die wechselseitige Lage

von Vogelperspektiven einer ganzen in sich geschlossenen Gruppe. Hieraus kann die relative Lage der Gruppe gegen eine beliebige Anzahl zweifach abgebildeter trigonometrischer Festpunkte im Gelände (mindestens 3) abge-

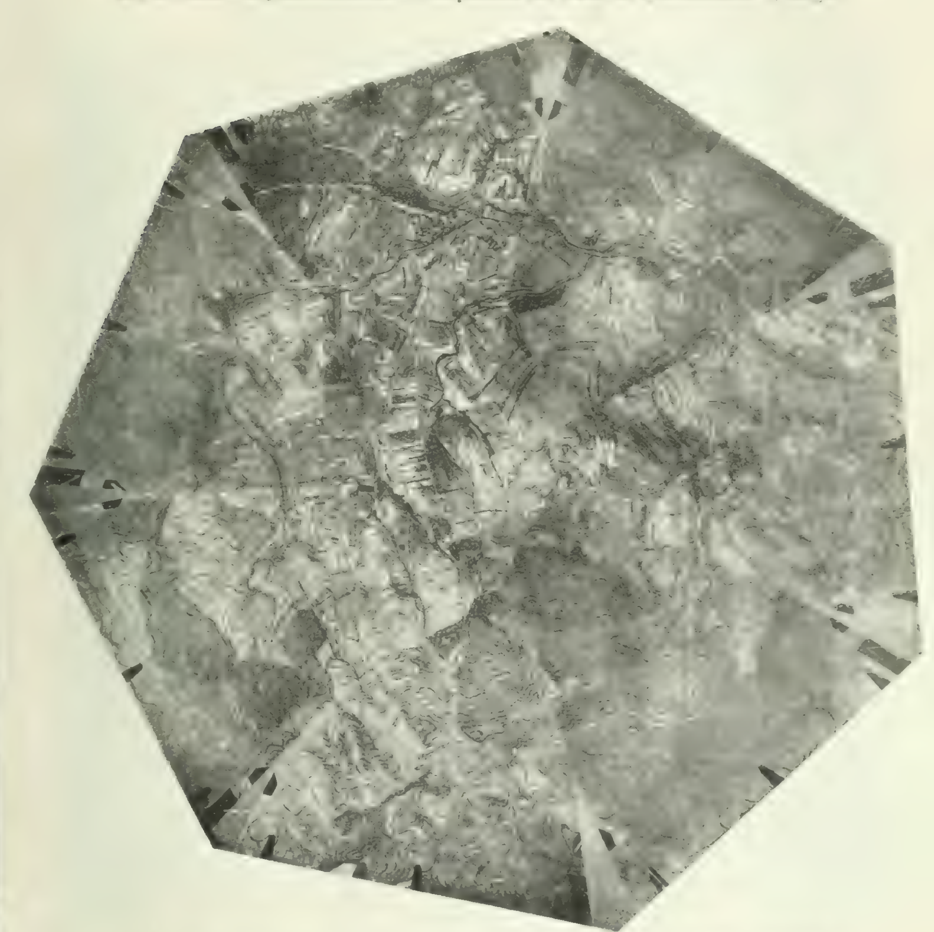


Fig. 8. Transformierte Aufnahme mit Th. Scheimpflugs achtteiliger Aerokamera (Umgebung von Gnadendorf). Schichtenlinien in perspektivischer Projektion eingezeichnet.

leitet werden, mithin die absolute Lage der Aufnahmeorte und Platten im topographischen Raume, also auch die Lage der Nadirpunkte auf sämtlichen Vogelperspektiven

Auf Grund der so gefundenen Nadirpunkte werden alle Vogelperspektiven unebenen Geländes ohne Änderung ihrer Bildweite im Photo-Perspektographen horizontiert und dann stereoskopisch ausgewertet. War das Gelände flach und nahezu horizontal, dann sind horizontierte Vogelperspektiven an sich schon richtige Photokarten und konnten gleich beim Horizontieren auf den gewünschten Maßstab gebracht werden. War das Gelände flach, aber

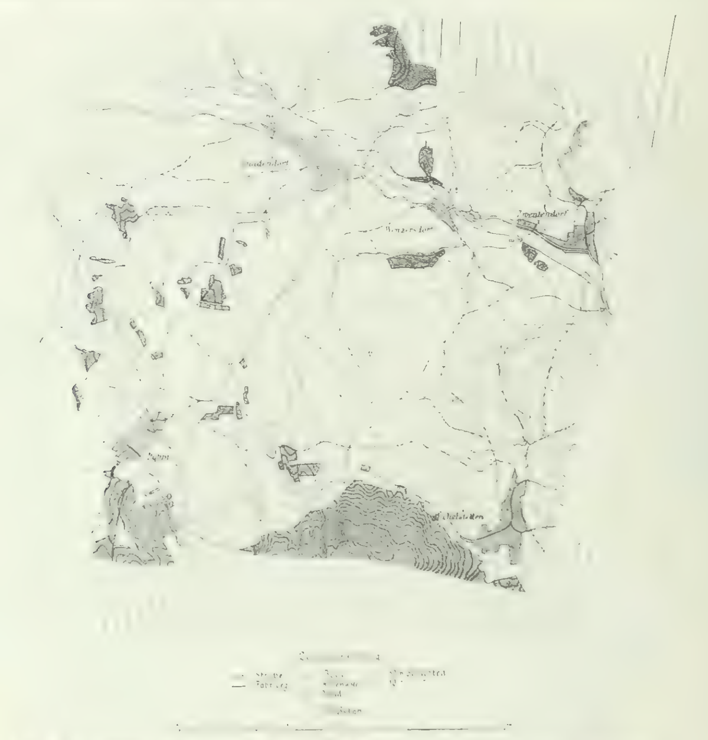


Fig. 9. Orthogonalplan obiger Gegend, aus übergreifenden Aufnahmen abgeleitet.

nicht horizontal, dann brauchen die Vogelperspektiven nicht erst horizontiert zu werden, sondern können unmittelbar auf den Grundriß des geneigten Geländes im richtigen Maßstabe umphotographiert werden. Also nur Vogelperspektiven unebenen Geländes müssen auf Höhenunterschiede näher untersucht werden.

Wird aus ihnen nur ein Plan gewünscht, so lassen sich beliebige rechnerische oder zeichnerische Methoden heranziehen. Ja das kartographisch geforderte Grundgerippe samt Schichtlinien läßt sich nun, da die Vogelperspektiven in sich genau und untereinander streng verschränkt sind, auch

für die **Photokarte** zeichnerisch entwerfen und für die Zonentransformation benützen (Fig. 8, 9 und 10). Erst rasche Massenherstellung von Photokarten wird, wie gesagt, stereographische Apparate fordern, die gleich bei der




Fig. 10. Vogelperspektive mit Schichtlinien und Schrift

Untersuchung der Bilderpaare das **Kartengeripp** automatisch in Orthogonalprojektion auf eine Zeichenunterlage, außerdem die Schichtlinien, in perspektivischer Projektion, in jedes Bild eintragen. **Scheimpflugs** Konstruktion und meine eigene sehen das vor. Es sei hier wiederholt, daß bei

diesen Konstruktionen selbstverständlich auch ungleiche Aufnahmehöhen berücksichtigt sind. Die stereoskopische Wirkung läßt sich auch hier innerhalb sehr weiter Grenzen durch entsprechende Änderung der Mikroskopvergrößerungen des Stereo-Komparators aufrecht erhalten, allerdings streng theoretisch nur jeweilig für bestimmte Höhenzonen, wenn die Aufnahmehöhen stark verschieden sind. Dieser Umstand ist bei der Verfolgung von Schichtlinien aber kein Hemmnis, sondern eine Hilfe; denn, wenn die wandernde Marke einmal für eine bestimmte Höhe eingestellt ist, heben sich die Partien in dieser Höhe von selbst besonders deutlich hervor.

Der letzte Schritt in diesem Teile der Arbeit ist die photographische „Zonentransformation". Um Böschungen im Gelände auf der Photokarte in

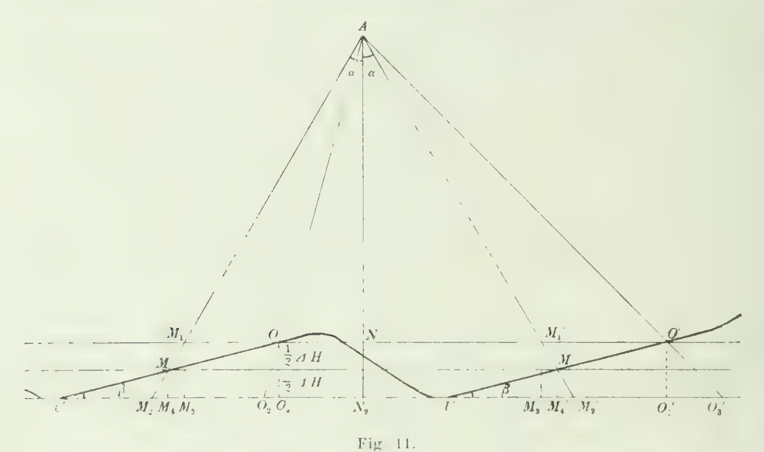



Fig. 11.

streng richtiger Orthogonalprojektion darstellen zu können, müßte man die Zonenreduktion kontinuierlich vornehmen. Eine Geländephotographie von oben bildet nämlich (als Zentralperspektive) hochgelegene, d. h. dem Aufnahmeorte nähere Geländeschichten in größerem Maßstabe ab als tiefgelegene; es bedarf also die Abbildung jeder Höhenschichte einer besonderen Maßstabsänderung auf ihre richtige Kartenprojektion. Nun kann man aber das Bild nicht in unendlich viele bloß mathematische Schichten zerlegen, man will vielmehr die photographische Eigenheit des Bildes wahren und muß sich deshalb wie bei gewöhnlichen Karten auf gewisse, dem Zwecke der Karte angepaßte Stufen für die darzustellenden Schichtlinien beschränken und für jede Zone, die unzerrissen bleiben soll, auf eine mittlere Maßstabsberichtigung. Im Nadir jeder Aufnahme verrät sich die Außerachtlassung der theoretisch vorgeschriebenen allmählichen Maßstabsänderung gar nicht, dagegen außerhalb der Nadirlinie um so stärker, je weiter der Abstand und je größer die gewählten Höhenstufen.

In Fig. 11 stelle $U'MO = U''M'O'$ ein auf den gewünschten Maßstab

verjüngtes Nadirprofil durch das Gelände vor und $U'O_2 - U''O_2'$ das Bild dieses Profiles auf der Aufnahme von $A$ aus; dann sind $U$ und $U'$ Schnittpunkte des verjüngten Profiles mit der Bildebene in ihren richtigen Entfernungen vom Nadir. Die Bilder $O_2$ und $O_2'$ der Profilpunkte $O$ und $O'$ haben aber ihre richtige Orthogonalprojektion in $O_4$ und $O_4'$; ihre Abstände $O_2 N_2$ und $O_2' N_2$ von der Nadirlinie müssen daher auf $O_4 N_2 = O N$ und $O_4' N_2 = O' N$ verjüngt werden, also beide im Verhältnisse $AN_2 : AN$. Teilt man $UO$ und $U'O'$ in je zwei Hälften $UM$, $MO$ und $U'M'$, $M'O'$ und behandelt man ihre Bilder $UM_2$ und $U'M_2'$ als zur Höhenschichte $UU'$ gehörig, $M_2 O_2$ und $M_2' O_2'$ als zur Höhenschichte $OO'$ gehörig, so projizieren sich $M$ und $M'$ einerseits in $M_2$ und $M_2'$, anderseits in $M_1$ und $M_1'$, d. h. auf die Bildebene $UO_2'$ bezogen, in $M_3$ und $M_3'$, anstatt in ihren wahren Orthogonalprojektionen $M_4$ und $M_4'$.

Mit anderen Worten: Die stufenweise Maßstabsänderung an Stelle einer allmählichen hat zur Folge:

*a)* Für $UM$ und $MO$ Verschmälerungen der richtigen Orthogonalprojektionen $UM_4$ und $M_4 O_4$ nach $UM_2$ und $M_3 O_4$, mit einer Klaffung $M_2 M_3$;

*b)* für $U'M'$ und $M'O'$ Verbreiterungen von $U'M_4'$ und $M_4' O_4'$ nach $U'M_2'$ und $M_3' O_4'$ mit einer Überdeckung $M_2' M_3'$.

Diese Maximalabweichungen würden bei abgewandten Böschungen von jeweilig $(90^0 - \alpha)$ das vollständige Verschwinden, bei zugewandten die vollständige gegenseitige Überdeckung der zwei Böschungshälften zur Folge haben.

Bei kleineren Böschungswinkeln $\beta$ verhalten sich die verzerrten Böschungshälften zu ihren wahren Projektionen wie folgt:

$$\left.\begin{matrix} UM_2 : UM_4 \\ M_3 O_4 : M_4 O_4 \end{matrix}\right\} = \frac{1}{2}\,\Delta H \left\{tg\,(90^0 - \beta) - tg\,\alpha\right\} : \frac{1}{2}\,\Delta H\,tg\,(90^0 - \beta)$$

und

$$\left.\begin{matrix} U'M_2' : U'M_4' \\ M_3' O_4' : M_4' O_4' \end{matrix}\right\} = \frac{1}{2}\,\Delta H \left\{tg\,(90^0 - \beta) + tg\,\alpha\right\} : \frac{1}{2}\,\Delta H\,tg\,(90^0 - \beta).$$

Hat man bei der Aufnahme des Geländes die wagerechten Abstände der Aufnahmeorte voneinander ungefähr gleich der Aufnahmehöhe eingehalten, so braucht für die Herstellung einer Photokarte immer nur der mittlere Teil jedes Panoramas, höchstens bis zu einem Gesichtswinkel von $70^0$ herangezogen zu werden, d. h. es übersteigt dann $\alpha$ niemals $35^0$.

Bei $35^0$ Neigung des Projektionsstrahles gegen die Nadirlinie beträgt die Klaffung oder die Überdeckung $\Delta H\,tg\,35^0 = 0{\cdot}7\,\Delta H$; das bedeutet eine Verschmälerung oder Verbreiterung der Projektion der Böschungshälften um $0{\cdot}35\,\Delta H$, also

bei Böschungswinkeln von:

| | | |
|---|---|---|
| 40° 36′ | . . um | 0·6 |
| 29° 44′ | . . . „ | 0·4 |
| 15° 57′ | . . . „ | 0·2 |
| 8° 08′ | . . . „ | 0·1 |
| 6° 31′ | . . . „ | 0·08 |
| 4° 44′ | . . . „ | 0·06 |
| 3° 16′ | . . . „ | 0·04 |
| 1° 38′ | . . . „ | 0·02 |

ihrer Orthogonalprojektion

Nun ist aber zu beachten, daß bei Scheimpflugs Transformationsverfahren

1. die zwischen den Trennungsebenen liegenden Schichtenlinien in ihrer Gänze auf die richtige Orthogonalprojektion gebracht werden,

2. daß im Plangerippe dasselbe auch für jeden wichtigen Einzelpunkt besorgt werden kann,

3. daß die Verzeichnungen ganz gesetzmäßig sind und man also aus den zonenweise transformierten Bildern selbst die genaue Orthogonalprojektion jedes beliebigen Punktes ermitteln könnte,

4. daß die aerophotographischen Geländeaufnahmen Meßtischblätter vertreten und demgemäß für die druckfähige Karte in der Regel stark verkleinert werden; man kann übrigens die Aufnahmehöhen und damit den Maßstab der Bilder auch stets entsprechend wählen.

Der praktische Vorgang bei der photographischen Zonentransformation ist folgender:

Man deckt in jenem Ausschnitt aus den Vogelperspektiven, der den Untergrund der Photokarte bilden soll, mit leicht wegwischbarer Farbschicht alles ab, außer jedesmal eine Zone zwischen drei aufeinanderfolgenden Schichtlinien. Alle solchen Zonen sind also außen von zwei Schichtlinien begrenzt und enthalten eine Schichtlinie zwischen diesen Begrenzungen. Sie werden in der ihrer jeweiligen mittleren Schichtlinie entsprechenden Verjüngung nacheinander auf ein und dieselbe Platte zusammenphotographiert. Beim stufenweisen Zusammenphotographieren der Zonen muß darauf geachtet werden, daß der Nadirpunkt genau in die optische Achse fällt und die Originalplatte, auf der die Abdeckungen gemacht werden, überhaupt stets in die gleiche Lage kommt. Dies ist durch Anschläge beim Zonentransformator mit mikroskopischer Schärfe erreichbar. Mit der Zonentransformation ist der photogrammetrische Teil des Scheimpflugschen Verfahrens erledigt.

## III. Kartographischer Teil[1]).

Die Zonentransformation hat zur Vereinheitlichung des Maßstabes im photographischen Geländebilde geführt. Jetzt fehlt diesem noch die photographische Einheit: die perspektivische Verkürzung der dem Aufnahmepunkt abgekehrten Böschungen hatte Klaffungen, die perspektivische Verbreiterung der zugekehrten hatte Überschiebungen an den Rändern der transformierten Schichten zur Folge gehabt; hier wuchs das photographische Bild der Zone von seinem Innern gegen die beiden Ränder hin über die rein geometrische Orthogonalprojektion der Böschung hinaus, dort zog es sich von den Rändern nach innen zusammen; beides um den Nadirpunkt herum ganz unmerklich, aber von ihm nach außen hin in steigendem Maße.

Nun hat man aber die Abstände zwischen den Aufnahmeorten den im Gelände vorkommenden Böschungen angepaßt, um diese Böschungen überhaupt vermessen zu können; nämlich für Böschungen

[1]) Die Behandlung dieses Teiles sowie Betrachtungen über das Kartenwesen im Schlußwort verdankt der Verfasser Herrn Dr. Karl Peucker, Leiter der kartographischen Arbeiten des Hauses Artaria und Dozent an der k. k. Exportakademie in Wien.

| | | | |
|---|---|---|---|
| bis zu 45° | nicht größer gemacht als die Aufnahmehöhe | | H |
| „ „ 33° 40′ | „ „ „ „ „ | „ | 1·5 H |
| „ „ 26° 30′ | „ „ „ „ „ | „ | 2 H |
| „ „ 21° 50′ | „ „ „ „ „ | „ | 2·5 H |

und man benutzt als bildlichen Untergrund für die Photokarte von jeder Vogelperspektive nur den mittleren Teil — der äußere war für die genaue Verschränkung und Horizontierung nötig — bis etwa zur Hälfte des Abstandes vom Nadir der benachbarten Vogelperspektive.

In diesen äußersten Entfernungen vom Nadir verursacht die Zonentransformation Verschiebungen, die erst bei den Maximalböschungen der halben Zonenbreite gleichkommen; bei allen geringeren Böschungen betragen sie kleinere Bruchteile der Zonenbreite.

Es ist demgemäß klar, daß sich diese Verschiebungen unter Zugrundelegung aller topographischen Linien und Punkte in Orthogonalprojektion unschwer und unmerklich durch Retouche auch im photographischen Bilde beseitigen lassen, wobei es gleichgiltig ist, ob Klaffungen ausgedeckt oder Überdeckungen aufgehellt werden. Mitten in sie hinein kommt die orthogonale Zwischenschichtlinie. Durch Retouche werden auch alle möglicherweise störenden Bildelemente beseitigt, die der Landschaft zufällig oder vorübergehend anhaften, vor allem Schlagschatten an Waldsäumen und im Felsgebiete. Wie bei den bisherigen topographischen Karten muß die Darstellung nur eben der (dem Zwecke der Karte nach) wesentlichen Linien und Punkte streng mathematisch sein, im übrigen nur möglichst natürlich.

Das photographische Landschaftsbild ist damit in seinen topographischen Zügen orthogonal geworden, kann also als Grundlage für die erstrebte Photokarte benützt werden.

Selbsttätig schrumpfen die Streifen stärkster Verzerrung zusammen bei einer Reduktion des Maßstabes. Erfolgt die Aufnahme z. B. im Maßstabe 1 : 5000 für einen rein geometrischen Plan gleichen oder größeren Maßstabes und gleichzeitig für eine Photokarte 1 : 30.000, so bleiben überhaupt nur noch die breitesten Teile der Streifen sichtbar, indem ja die schmäleren durch die Reduktion von selbst verschwinden. Man wird jene wieder durch Retouche ausgleichen und für die Photokarte kleinen Maßstabes auch nicht alle Schichtlinien beibehalten.

Die theoretischen Bedenken, die man gegen die Ausführbarkeit der Zonentransformation hatte, sind von Dr. Karl Peucker durch diese Beurteilung vom praktisch kartographischen Standpunkte zerstreut worden.

Für die weitere kartographische Ausgestaltung des orthogonalisierten Landschaftsbildes hatte schon Th. Scheimpflug die Verbindung mit dem Peuckerschen Darstellungssystem für notwendig erachtet [1]). Hierzu bedarf es zuvor aber einer Ergänzung des Bildes durch eine Reambulierung. Sie erfolgt an der Hand von Blaukopien der Originalaufnahmen oder Vogelperspektiven; sie trägt alles nach, was von oben unsichtbar ist, wie etwa

[1]) Siehe Th. Scheimpflug: „Die Flugtechnik im Dienste des Vermessungswesens." Hörnes, Buch des Fluges, I, 624.

Wege und schmale Wasserläufe in dichtem Walde, Grenzen und Namen. Diese kommen bei keiner Aufnahme auf andere Weise in die Karte. Die dem Anfänger noch nicht durchwegs geläufige Deutung der photographischen Details wird schon nach den ersten Begehungen leicht.

Erst jetzt ist alles beisammen, was zur Herstellung einer Karte führt. An die Stelle ihrer Originalzeichnung auf Grund von Tachymetrie oder Meßtischarbeit ist das Aerophotogramm getreten. Es bildet, wie schon die orientierende Grundlage für die Begehung, so die technische Grundlage für den Entwurf des Kartengerippes. Nach der am k. u. k. Militärgeographischen Institut zuerst geübten, neuerdings insbesondere an Karten des Artariaschen Verlages und an den Peuckerschen offiziellen Proben für die internationale Luftfahrerkarte (1:200.000) allseitig als bewährt befundenen Technik des Typensatzes der Kartenschrift wird mit jener Gerippzeichnung sogleich die Schrift verbunden. Ihre Vorzüge liegen in der Verbindung der absoluten Einheitlichkeit, mit der sie sich für ein vielblätteriges Kartenwerk durchführen läßt, mit ihrer geringen Flächendeckung bei höchster Schärfe und Lesbarkeit. Es schwindet damit der alte Vorwurf, daß alle Schrift das Kartenbild wie mit einem Schleier überziehe und unwirksam mache. Das photographische Bild wird durch verbreiternde Aussparungen besonders der Fahrstraßen und Wege den Forderungen kartographischer Prägnanz und Empfindlichkeit für Unterschiede zwischen topographischen Kategorien angepaßt und auf autotypischem Wege druckfähig gemacht. Die ihm entnommenen Niveaulinien bilden eine dritte Druckplatte. Sie geben die orthogonale Verebnung der dritten Dimension des topographischen Raumes.

Es fehlt also ein unmittelbares Höhenbild. Großzügig andeuten läßt sich dieses schon durch eine Maßnahme bei der Zonentransformation. Die Aerophotogramme geben durchwegs nur ein Hintergrundbild der Landschaft. Das läßt sich durch geeignete Abstufung beim Belichten aufeinander folgender Höhenzonen dahin abändern, daß sich aus dieser Hintergrundfläche optisch ein bildlicher Mittelgrund und Vordergrund heraushebt. Eine der horizontalen Abbildung gleichwertige Höhenabbildung findet aber erst statt durch ein Unterlegen farbenplastischer Höhenstufen, für die man die adaptiv-perspektive (Grau-Gelbreihe[1]) verwendet. Die hierzu erforderten zwei Druckplatten werden ebenfalls auf autotypischem Wege erzeugt. Damit entsteht „die raumtreue Photokarte" (raumtreu = dreidimensional maßanschaulich)[2]).

Unterscheidet man nun je nach Gegenstand und Zweck der Photokarte *a)* eine einfache, *b)* eine mittlere, *c)* eine reiche Ausstattung, so gibt

*a)* die Photokarte als Druck von drei Platten, nämlich:

1. Geripp und Schrift in Schwarz,

2. Niveaulinien in Braun,

3. Landschaft, gegliedert nach Vorder-, Mittel- und Hintergrund, in Erdfarbe;

---

[1]) Siehe Peucker, „Hohenschichtenkarten". Studien und Kritiken zur Losung des Flugkartenproblems. Aus der „Zeitschrift für Vermessungswesen" 1911, Stuttgart, Konrad Wittwer.

[2]) Ebenda, S. 18 bis 59.

*b)* die raumtreue Photokarte als Druck von sechs Platten, nämlich:

1. Wegenetz etc. und Schrift in Schwarz,
2. Gewässer (aus der Geripplatte herausgelöst) in Blau,
3. Niveaulinien in Braun,
4. Stufen des Niedergeländes in Grau,
5. Stufen des Hochgeländes in Gelb,
6. Landschaft, gegliedert nach Vorder-, Mittel- und Hintergrund, in Erdfarbe;

*c)* die raumtreue Photokarte als Druck von neun Platten, nämlich:

1. Wegenetz etc. und Schrift in Schwarz,
2. Bauten etc. in Rot,
3. Gewässer in Blau,
4. Niveaulinien und (sehr offen zu haltende) Felszeichnung in Braun,
5. Stufen des Niedergeländes in Grau,
6. Stufen des Hochgeländes in Gelb, nötigenfalls bis Braunrot (unter Mitbenützung von 2) spektraladaptiv entwickelt (5, 6 und 2, zusammen bis 16 Höhenstufen),
7. Wald, Wiesen, Gärten in Grün } wie *b)* 6.
8. Äcker in Erdfarbe, }
9. Schummerung (autotypiert) der Schattenseiten und Steilabbrüche in Grauviolett (Kraftplatte).

Für besondere Bedürfnisse wird man auch weitere Farben heranziehen, z. B. Violett für Weingärten oder ein zweites Grün; anderseits wird man auch oft eine Platte sparen können, so z. B. indem man für *c)* 2 und 4 zusammen Rotbraun (Drachenblut) wählt. Mit der kleinsten Anzahl von Platten gewinnt man (für Flächentöne) den größten Farbenreichtum im topographischen Raumbilde bei Anwendung des „Autotypischen Farbendruckes nach systematischem Schema" (Verfahren von Peucker-Witek).

### Vergleich des Scheimpflugschen Verfahrens mit anderen.

Der grundsätzliche Vorzug der Photokarte, als lückenloses Geländebild, gegenüber punktweise hergestellten Plänen und Karten ist einleuchtend: die Photokarte enthält alle vom Aufnahmeorte sichtbaren Einzelheiten und nicht nur eine kleine Auslese von Punkten oder Linien.

Der große Gesichtswinkel der zu einer ebenen Vogelperspektive zusammenphotographierten Einzelbilder des Scheimpflugschen Panoramenapparates gestattet eine Ersparnis an Aufnahmen und eine Genauigkeit der Orientierung gegen das Gelände, wie keine bisher bekannte Geländeaufnahme aus der Luft. Er deckt ein rund 15 mal so großes Gesichtsfeld als ein Einzelobjektiv vom größten für Momentaufnahmen heute erreichten Gesichtswinkel, bedingt also im allgemeinen nur den 15ten Teil von Aufnahmen. Im gleichen Maße wie das Gesichtsfeld wächst aber auch die Genauigkeit der Orientierung! Aufnahmen nach Scheimpflug brauchen außerdem gegenüber solchen mit einfacher Kamera nur den 15ten Teil von Festpunkten im Gelände als Anhalt.

Gegenüber stereoskopischen Methoden der Landesvermessung aus der Luft mit zwei photographischen Apparaten, die in festem gegenseitigen Abstande angeordnet sind, also eine „starre Basis" besitzen, hat das Scheimpflugsche Verfahren den Vorteil viel größerer „Basen". Seine Basen für die stereometrische (dreidimensionale) Auswertung der Vogelperspektiven sind die jeweiligen Abstände zwischen den Aufnahmeorten zweier sich übergreifenden Panoramen.

Wie die Ausführungen unter I zeigen, dürfen diese Abstände bei geschlossenen Vermessungen von Gelände mit Böschungen bis zu 45° so groß sein wie die Aufnahmehöhe; bei Gelände mit Böschungen bis 21° 50' so groß wie das Zweieinhalbfache der Aufnahmehöhe. Die stereometrischen Basen des Scheimpflugschen Aufnahmeverfahrens werden also fast immer größer sein dürfen als die Aufnahmehöhen. Sie sind aber nicht von vornherein bekannt, wie es etwa die starre Basis in einer Luftschiffgondel ist, gestatten daher auch keine direkten Längenmessungen aus der Luft. Geheimrat Prof. Hergesell (Straßburg) schlug vor, bei einem Vermessungsluftschiff den Vorteilen von Scheimpflugs Verfahren noch die Möglichkeit direkter Messungen beizugesellen dadurch, daß einem Scheimpflugschen Panoramenapparat an einem Ende der Gondel eine einfache Kamera am anderen Ende zugepaart werde.

Die relative Länge der stereometrischen Basen, d. h. in letzter Linie der Abstand zwischen den Nadirlinien der Aufnahmeorte, wird beim Scheimpflugschen Verfahren, wie bereits angedeutet, aus den Koordinaten einer Anzahl identer Punkte auf jedem Paare von Vogelperspektiven abgeleitet. Diese Punkte wählt man stets so weit auseinander, als es das Übergreifen der Bilder zuläßt. (Bei einer Basis gleich der Höhe übergreifen sich die Scheimpflugschen Vogelperspektiven um das Vierfache der Höhe.) Die Messung auf den Bildern ist linear ebenso genau bei langer wie bei kurzer Basis, dagegen perzentuell in demselben Maße genauer, als die Basis länger ist.

Was bedeutet aber beispielsweise in einer Höhe von 1000 *m* eine stereoskopische Basis von 1000 *m* im Vergleich mit einer starren Basis etwa so lang wie eine Luftschiffgondel, setzen wir 100 *m*? Sie bedeutet 10mal so große Linearparallaxen auf den Bildern, also auch eine 10mal größere Schärfe für die Höhenmessung.

Bei einem Verfahren, das die Basis stets mit der Höhe wachsen läßt, kann auch von einer Grenze der Tiefenwahrnehmbarkeit nicht die Rede sein, weil hier die Parallaxe gleich bleibt; bei starrer Basis nimmt sie mit der Höhe ab und nähert sich damit beständig der Grenze der Tiefenwahrnehmbarkeit.

Eine mit der Höhe wachsende Basis gestattet ferner auch die Verwertung viel längerer Strecken im Gelände als Vergleichsmaß.

Bei Scheimpflugs Verfahren kommt hierzu noch das große Gesichtsfeld des Panoramenapparates. Es läßt, wenn die Basis gleich der Höhe ist, für die Ermittlung des Maßstabes der Bilder Vergleiche mit Strecken im Gelände zu, die viermal so groß als die Aufnahmehöhe sind.

Diese Betrachtung führt zurück auf die Frage der Längenmessung bei einem Verfahren, das sich keiner starren Basis bedient. Es wurde oben erklärt, daß Scheimpflugs Verfahren aus je zwei sich übergreifenden

Vogelperspektiven die relative Lage der Aufnahmeorte und Bilder ermittelt. Ihre absoluten Lagen werden erst bekannt aus Richtungen und Strecken, die im Gelände bekannt sind oder nach der Aufnahme eingemessen werden. Wie lang die Vergleichsstrecken im Gelände sein dürfen im Verhältnis zur Aufnahmehöhe, um noch als Anhalt für den Maßstab eines Paares sich übergreifender Vogelperspektiven dienen zu können, wurde oben an dem Beispiele angedeutet, das die Basis gleich der Höhe annimmt. 4 *km* bei 1000 *m* Höhe. Man braucht aber bei Scheimpflugs Verfahren durchaus nicht für jedes Paar von Vogelperspektiven Vergleichsstrecken im Gelände; die in sich mikroskopisch genauen Vogelperspektiven ermöglichen eine ebenfalls mikroskopisch genaue Verschränkung innerhalb einer ganzen Gruppe einander übergreifender Vogelperspektiven. Es genügen also für die genaue Bestimmung der Raumlage einer ganzen in sich geschlossenen Gruppe solcher Vogelperspektiven einige Stützpunkte im Gelände; diese dürfen außerdem beliebig weit auseinander liegen, solange sie nur noch in das gemeinsame Gesichtsfeld der ganzen Gruppe fallen. Kurz gesagt, das Scheimpflugsche Verfahren besorgt aus den Aufnahmen selbst die Kleintriangulierung und fügt diese selbsttätig in ein weitmaschiges Netz ein durch das Aufpassen geschlossener Gruppen von Aufnahmen auf Triangulierungspunkte höherer Ordnung. Die Kleintriangulierung bedarf im Gelände keiner besonders zu markierenden Stationen, sondern bedient sich einfach der deutlichsten identen Bildpunkte auf den sich übergreifenden Photographien.

Solche Punkte lassen sich auf dem Stereo-Komparator mit Sicherheit auf ein bis höchstens zwei Hundertelmillimeter genau einmessen. Diese Fehlergrenze auf den Bildern bedeutet um so weniger in der Natur, je größer der Maßstab; deshalb darf bei gleicher Genauigkeitsforderung im Anschluß an die Großtriangulierung eine um so zahlreichere Gruppe von Aufnahmen größeren Maßstabes eingepaßt werden, als kleineren.

Aerophotogrammetrische Methoden, die mit kleinem Gesichtswinkel arbeiten, brauchen auf alle Fälle ein ganz enges Netz von Festpunkten im Gelände; darüber hilft selbst eine starre Basis nicht hinweg. Denn alle anderen bisher bekannten Mittel versagen für so scharfe Festlegung von Richtung und Neigung und Maßstab, weil ein kleines Gesichtsfeld lange Vergleichsstrecken ausschließt.

Eine so genaue Horizontierung der Bilder, wie sie für Geländeaufnahmen nötig ist, läßt sich nämlich, nach Th. Scheimpflugs Versuchen, selbst unter den günstigsten Verhältnissen durch bloßes Nivellieren des Apparates in der Luft nicht erreichen: denn erstens gestatten die Schwankungen, denen der Apparat ausgesetzt ist, keine ganz scharfe Einstellung der Libellen, zweitens sind Angaben der Libellen (oder sonstiger Richtmittel) wegen des unkontrollierbaren Einflusses der Fliehkraft nicht verläßlich genug.

Auch über die erreichbare Genauigkeit einer direkten Längenmessung aus der Luft auf Grund einer starren Basis am Luftschiff darf man sich keinen übertriebenen Hoffnungen hingeben, denn die optisch-mechanische Justierung zweier photogrammetrischer Kameras gegeneinander ist keine leichte Sache.

## Schlußwort.

Der riesige Aufwand an Zeit und Geld, den Vermessungen großen Maßstabes nach bisherigen Methoden erfordern, zwingt zu einer Arbeitsfolge vom Generalisierten ins Detaillierte: d. h. man beginnt die Landesaufnahme mit offenen Gerippen großer Ausdehnung und füllt diese Gerippe allmählich mit Einzelheiten aus, in dem Maße als es der wirtschaftliche Wert des Landes erheischt. Aus Sparsamkeitsgründen geschieht letzteres nur immer mit der Genauigkeit, die der jeweilige Zweck vorschreibt. Für jede kommende Ausfüllung größeren Maßstabes, für vorgeschrittenere Zwecke, genügt der Genauigkeitsgrad der vorhergehenden Vermessung kleineren Maßstabes nicht mehr; es müssen dann sowohl alle neu geforderten Einzelheiten, als auch alle bereits früher gewonnenen, mit größerer Genauigkeit neu aufgenommen werden.

So benötigte z. B. Preußen für die generelle Trassierung von Eisenbahnen eigene Aufnahmen schon vor 60 Jahren, d. h. so ziemlich seit Bestehen der Eisenbahnen überhaupt; seit 1871 werden sie im einheitlichen Maßstabe 1:10.000 hergestellt.

Für die österreichisch-ungarische Monarchie ist vom Chef der Landesaufnahme eine neue Vermessung vorgeschlagen, die den ziviltechnischen Zwecken entsprechen soll, und zwar in 1:10.000 nur deshalb, weil ein noch größerer Maßstab mit den bisherigen Vermessungsmethoden allzu langwierig und kostspielig wäre. Es wird hierzu ein Verfahren empfohlen, bei dem „die jeweilig neuesten Fortschritte im Vermessungswesen anzuwenden kämen". Um sie in 30 Jahren durchzuführen, wären, heißt es, nach heutigen Verhältnissen 400 Topographen und 200 Geodäten erforderlich.

Die in ihren Kartenwerken anerkanntermaßen hochstehende Schweiz beschließt am 15. Dezember 1910:

I. Die Grundbuchvermessung überhaupt,
II. die Triangulation IV. Ordnung,
III. die Parzellarvermessungen.

Die Grundbuchvermessungen werden unterabgeteilt in solche mit erhöhten Genauigkeitsforderungen, in normale, in solche nach erleichterten Anforderungen. Als Maßstäbe für die Originalpläne werden, den Genauigkeitsgraden entsprechend, angenommen 1:200 bis 1:10.000!

Ja, hat denn selbst die dichtbevölkerte und wirtschaftlich so hochentwickelte Schweiz noch nicht die Karten, die sie braucht? Und wozu so viele verschiedene Maßstäbe?

Die Türkei hat eine Basis (von 5 *km* Länge, bei Eskischehir) für ihre geplante Aufnahme von Kleinasien gemessen, kommt aber bei der Ungeheuerlichkeit, die der Plan mit den bisherigen Aufnahmeverfahren hat, nicht recht von der Stelle.

In China regt sich das Bedürfnis nach neuen Karten großen Maßstabes; und hier hat, wie man hört, mit amerikanischer Anleitung etwa seit 1907 eine Landesaufnahme begonnen durch ein Landvermessungsbureau, das mit einer Aufnahme großen Stiles im Norden des weiten Reiches, wie um Nanking

eingesetzt hat. So waren 1910 bereits 16 Blätter eines Manövergeländes in 1:25.000 hergestellt (nicht veröffentlicht) und von der Provinz Kiang-Su am Yang-tze-Kiang eine Karte von 100 Blättern in 1:20.000, ein Areal von 8000 $km^2$ umfassend (gleich dem Großherzogtum Hessen).

Braunschweig und Württemberg erzeugen ihre topographischen Karten schon seit geraumer Zeit durch Reduktion der Flur- und Katasterkarten, mit nachfolgender Höhenmessung, in den Maßstäben 1:10.000 und 1:2500. Hier also wurde die bisherige Gepflogenheit schon umgekehrt; nicht mehr vom Generellen ins Detaillierte, sondern vom Detaillierten ins Generelle übergegangen!

Eine solche weitsichtige Ersparnis an wiederholter Vermessungsarbeit wird durch Scheimpflugs Aerophototopographie in der allervorteilhaftesten Weise ermöglicht. Hier erlaubt eine Originalaufnahme bestimmten Maßstabes eine Verwertung vielleicht noch bis zu 5mal so großem Maßstabe, während Verkleinerungen selbstverständlich bis zu jedem beliebigen Maße zulässig sind. Bei photographischen Bildern geben Verkleinerungen nur jene Einzelheiten auffallend wieder, die dem verjüngten Maßstabe angepaßt sind.

Die stets wachsenden Verkehrserleichterungen und namentlich der Luftverkehr werden auch in Kolonialgebieten überraschend bald Karten größeren und immer größeren Maßstabes nötig machen. Sie werden aber auch die Verwendung eines Aufnahmeverfahrens fordern, das die verschiedensten Maßstäbe rasch und wirtschaftlich durch eine einmalige Aufnahme schaffen kann.

In ganz Südamerika ist bisher nur etwa 1% des Landes in Kultur genommen; es können aber nach dem Ausspruche Sachverständiger in absehbarer Zeit sehr wohl 10 bis 20% rationell zu Ackerbau und Forstwirtschaft verwertet werden — das sind 2,000.000 bis 3,000.000 $km^2$ Land, für die zur Regelung der Besitz- und Besteuerungsverhältnisse ein Kataster zu schaffen wäre. Würde für dessen Maßstab der z. B. in Deutsch-Südwestafrika heute geplante von 1 : 100.000 ausreichen? Ausreichen auch gegenüber dem Hauptbedenken, das die notwendig lange Dauer der Aufnahme nach bisherigen Methoden in südamerikanischen Staaten weckt? Solche Methoden führen ja doch dort, wo eine Regierung immer annulliert, was die vorhergehende begonnen hat, überhaupt zu keinem Ergebnis!

Australien will gegenwärtig zwei Bahnen quer durch das unerforschte Innere, Afrika die Vollendung der Bahnlinie Kap—Kairo.

In Britisch-Ostafrika müssen Ansiedler zurückgewiesen werden, weil unvermessenes Land nicht verkauft werden darf und es an vermessenem mangelt!

In weit ausgedehnten Gebieten, wie die oben angeführten, namentlich in deren ungesunden oder schlecht zugänglichen Teilen, erfordern schon Vermessungen kleinen und kleinsten Maßstabes nach den herkömmlichen Methoden sehr viel Zeit; und doch benötigt man gerade in solchen Neuländern dort, wo sie entwicklungsfähig sind, sehr bald Vermessungen in großen und immer größeren Maßstäben. Anstatt für jeden neu auftauchenden

Zweck stets wieder eine neue Vermessung größeren Maßstabes zu machen, die von der alten (außer der Triangulierung, wenn sie gut gemacht ist) fast gar nichts brauchen kann, wie es im alten Europa fortgesetzt geschehen ist und noch geschieht, sollten vor allem in Neuland jene Teile, die durch ihre natürliche Beschaffenheit dazu bestimmt sind, sich zuerst zu entfalten, von Haus aus in einem fiskalisch und industriell brauchbaren Maßstabe aufgenommen werden, wenn sich hiefür rasche und erschwingliche Verfahren darbieten.

Scheimpflugs Aerophototopographie steht heute erst am Anfange einer praktischen Verwertung, aber es ist gewiß nicht zu gewagt, ihr eine bedeutsame und ersprießliche Entwicklung vorauszusagen, sobald sie nur einmal in größerem Stile erprobt sein wird. Die Luftfahrt, die dem Verfahren die Wege bahnt, wird vielleicht auch als erste den Wert einer photographischen Darstellung des Geländes voll einzuschätzen wissen. Für sie ist das Gelände das, was für den Seemann die Küste. Die Karte soll es ihm so vor Augen führen, wie er es von oben aus sieht: natürlich aber in wirksamster Veranschaulichung der Höhenunterschiede und mit besonderer Kennzeichnung dessen, was ihm am wichtigsten ist.

Diese letzte Betrachtung führt zu einer Einschätzung des Scheimpflugschen Verfahrens noch nach einer anderen Richtung hin. Man macht allerorts Versuche, von Flugzeugen aus zu photographieren; der Vorteil solcher Photographien für militärische Kundschafterzwecke springt in die Augen. Oberst J. C. Capper, der sich schon im September 1910 in einem Artikel „Travelling in the Air" im „Royal Engineers Journal" eingehend mit Th. Scheimpflugs aerophotographischen Landesaufnahmen beschäftigt hat, obwohl Großbritannien keine neuen Vermessungen braucht, kam heuer auf die Sache vom militärischen Standpunkte aus zurück und das Institut Scheimpflug verdankt seinen Anregungen eine erste amtliche Bestellung auf eine aerophototopographische Kundschafterausrüstung für England. Eine solche Ausrüstung vermag geneigte Photographien des feindlichen Lagers aus Höhepunkten über dem eigenen Lager in wenigen Minuten und ohne künstliche Lichtquelle in horizontale Vogelperspektiven zu verwandeln, von denen die Entfernungen der feindlichen Truppen oder Schiffe unmittelbar abzunehmen sind.

Da die schiefe photographische Umbildung in beliebiger Größe kaum länger dauert als eine gewöhnliche Vergrößerung oder Verkleinerung, ist es gleichgiltig, ob die Aufnahmen wagrecht oder geneigt waren; es können deshalb auch für ganze Landesvermessungen nach Scheimpflugs Verfahren alle Gattungen von Ballons, sowie beliebige Flugzeuge ins Auge gefaßt werden, natürlich auch Drachen, mit denen ja der Anfang gemacht worden war. Ein Panoramenapparat mit ganz oder teilweise selbsttätig sich abwickelnden Rollfilms ist für diesen Zweck noch bei Lebzeiten Th. Scheimpflugs durchkonstruiert worden; bei diesem Apparat ist auch Vorsorge getroffen gegen Unebenheiten des Films bei der Aufnahme und Transformation. Das Auswechseln der bis jetzt ausschließlich verwendeten Glasplatten bedarf immerhin einiger Minuten, so daß sich die Fahrgeschwindigkeit zwischen zwei

aufeinanderfolgenden Aufnahmen, die sich überdecken müssen, unter Umständen danach richten müßte Mit einem Filmapparat wäre aber die aller-

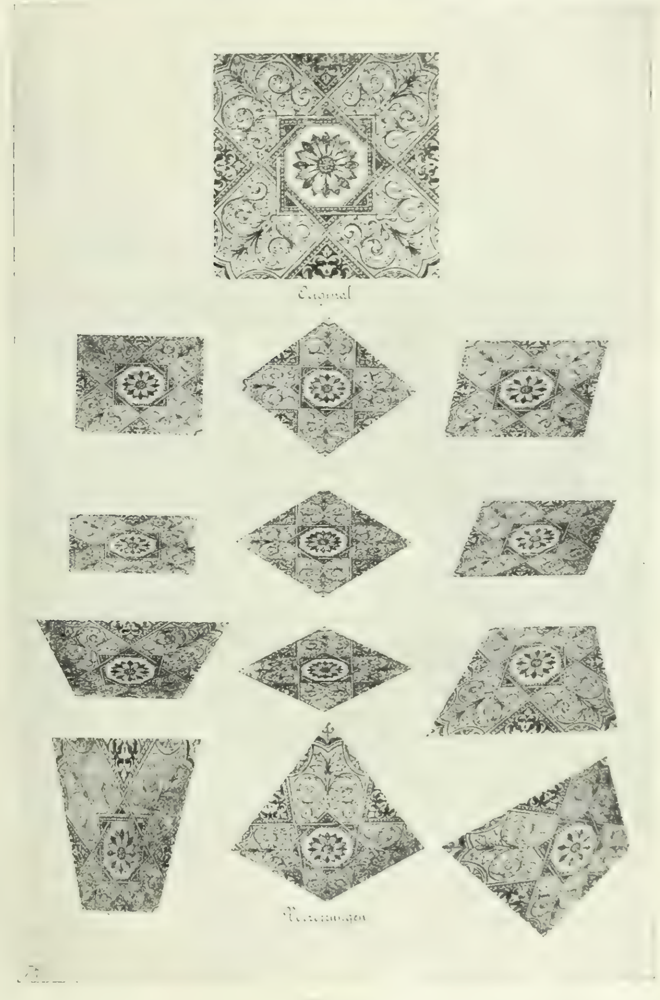


Fig 16.

größte Fahrgeschwindigkeit voll ausnützbar. Unter diesen Umständen fielen dann Zeit und Kosten der Aufnahme selbst so wenig in die Wagschale, daß

einerseits die Originalaufnahmen in großem Maßstabe erfolgen könnten, um gleich für die mannigfachsten Zwecke das Grundmaterial zu bilden, anderseits auch arme oder neue Länder (Kolonien) gute Karten anfertigen zu lassen vermöchten.

Praktisch tätige Kartographen könnten Aufschluß geben über die endlosen Mühen, deren die Ausgestaltung vorhandener älterer Aufnahmen zu neuen Zwecken bedarf und wie selten es da ohne Reambulierungen und ergänzende Vermessungen abgeht. Die Aerophotographie liefert das treue Bild alles Sichtbaren, mithin das wahre Grundmaterial für die verschiedenartigsten Zwecke. Es wird auch nur einiger ernsten Proben größeren Stiles bedürfen, um der Aerophototopographie die Wege zu ebnen. Daß Th. Scheimpflugs geniale Erfindungen noch nicht in weiterem Umfange gewürdigt werden, erklärt sich aus dem witzigen Ausspruche des großzügigen Pariser Organisators George Prade, der im „Journal" vom 29. April 1912 sagte: „Cela eût épaté quelque peu Elisée Reclus qui se piquait pourtant d'idées plus que nouvelles."

Freilich ist auch nicht zu übersehen, daß Th. Scheimpflug nur ganz selten aus seiner mimosenhaften Zurückgezogenheit herausgetreten ist; so hat er z. B. die Verwertung seines Photo-Perspektographen für andere Zwecke wie: für das Umbilden schiefer Aufnahmen von Wandgemälden (Tafel III, Fig. 12, 13, 14 und 15), das dem Photographen ganz außerordentliche Ersparnisse an Gerüstkosten bedingen, ja bei etwa störenden Reflexen eine Aufnahme überhaupt erst ermöglichen kann, oder für das Einpassen von Zeichenmustern in abgeänderte Umgrenzungen (Fig. 16), oder für die Versinnlichung der von ihm entdeckten Gesetze der schiefen optischen Transformation und der automatischen Einstellung der Bildschärfe bei photographischen Reproduktionen im allgemeinen, ganz in den Hintergrund gestellt, in dem inbrünstigen Bestreben, sein aerophotographisches Vermessungsverfahren auf eine möglichst hohe Stufe der Vollkommenheit zu entwickeln, bevor er damit an die Öffentlichkeit trete.

Hoffentlich tragen diese meine Zeilen dazu bei, die Aufmerksamkeit der Fachkreise auf die weiteren kurzen Sätze George Prades hinzulenken: „On a les instruments. Il n'y a qu'à commencer. On attend l'ordre."

## Instrumentelle Neuerungen.

Von Prof. E. Doležal.

### VII.

### Das Photogrammeter des mathematisch-mechanischen Institutes Heyde in Dresden.

Das math.-mech. Institut G. Heyde in Dresden hat bereits im Jahre 1910 einen Phototheodolit konstruiert[1]), der auch bei geneigter Lage der

[1]) Siehe Doležal „Arbeiten und Fortschritte auf dem Gebiete der Photogrammetrie" in Dr. Eders Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik. Halle a. S. 1911.

Bildebene photogrammetrische Aufnahmen auszuführen gestattet und der in Fachkreisen eine sehr gute Aufnahme und Beurteilung gefunden hat.

Das vorliegende photogrammetrische Instrument ermöglicht, wie es in der Praxis des Ingenieurs und Geographen für die meisten Fälle genügen wird, photographische Aufnahmen auf eine vertikale Plattenebene zu machen; es ist ein Photogrammeter, dargestellt in den Figuren 14, 15 und 16.

Auf dem Dreifußunterbau eines Theodolites befindet sich die Zentralbüchse, welche als Führungsbüchse für die vertikale Umdrehungsachse der Kamera, Alhidadenachse, verwendet wird; sie enthält auch die Klemm-

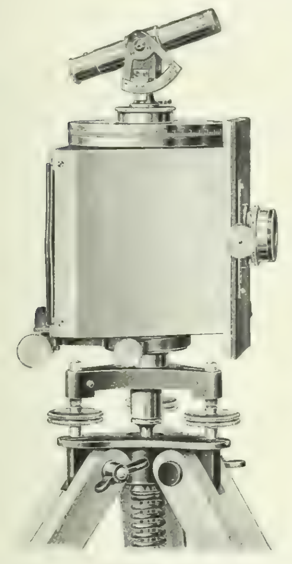


Fig. 14.

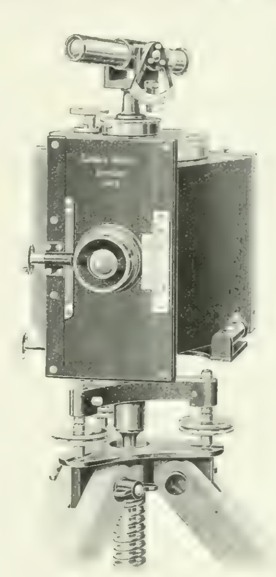


Fig. 15.

vorrichtung sowie die Feineinstellschraube für die wie eine Alhidade bewegliche photogrammetrische Kamera.

Die Kamera ist prismatisch gestaltet und aus Alluminiumblech hergestellt. Die Objektivseite derselben ist in Fig. 15 dargestellt. Das Objektiv ist ein winkeltreu zeichnender Weitwinkelanastigmat, dessen Brennweite $f = 120\,mm$ beträgt und als größte nutzbare Öffnung $\frac{f}{9}\,mm$ hat. Mittels einer Irisblende kann die Öffnung des Objektives innerhalb $\frac{f}{9}$ und $\frac{f}{36}\,mm$ variiert werden. Bedenkt man, daß zur Erzielung einer bedeutenden Tiefenschärfe die Aufnahme stets bei kleinster Blende vorgenommen wird, so werden vornehmlich Zeitaufnahmen gemacht, wenn auch nicht ausgeschlossen

ist, daß selbst mit Benützung eines einfachen Objektivdeckels kurze Aufnahmen ausführbar sind: Momentverschluß ist keiner vorhanden.

Das Objektiv kann mittels einer Triebschraube im vertikalen Sinne von der Normallage um 25 *mm* auf- und abwärts verschoben werden; die Größe der Verschiebung wird mit einem Nonius bis auf 0·1 *mm* festgestellt. Auch wird dafür gesorgt, daß durch eine besondere Vorrichtung automatisch die Lage der Kameraachse, beziehungsweise des Horizontes auf der Platte durch eine Marke ersichtlich gemacht wird, wodurch die Lage des Horizontes im Momente der Aufnahme stets gesichert erscheint.

Bekanntlich hat die Verschiebung des Objektives in vertikaler Richtung den Zweck, das Bildformat auszunützen und zu bewirken, daß hoch-, beziehungsweise tiefgelegene Objekte, welche bei normaler Stellung des Objektives nicht erreichbar wären, aufzunehmen. Da die Bilddistanz des Photogrammeters 120 *mm* und das Bildformat 105 × 80 *mm* (Querformat) betragen, so schließen in normaler Lage des Objektives die Hauptstrahlen nach den Vertikalmarken mit der Objektiv-(Kamera-)achse einen Winkel von 18° 26′ ein, so daß der gesamte vertikale Bildwinkel 36° 52′ umfaßt. Wird das Objektiv um 25 *mm* gehoben, so können Höhenwinkel von 28° 27′ bewältigt werden, während Tiefenwinkel im Höchstbetrage 7° 7′ betragen können; dadurch wird der vertikale Bildfeldwinkel absolut kleiner, er beträgt statt 36° 52′ nur mehr 35° 34′. Analog sind die Verhältnisse, wenn das Objektiv um 25 *mm* gesenkt wird; der Winkel zwischen der Objektivachse und dem Hauptstrahle nach der oberen Vertikalmarke wird 28° 27′, also der Einblick in die Tiefe wird um 28° 27′ bis 18° 26′ = 10° 01′ vermehrt, während über dem Horizonte nur Höhenwinkel von 7° 7′ erreichbar sind.

Die Platte kommt im Querformate zur Verwendung, wobei man den Vorteil erzielt, daß der Horizont mit einer geringeren Zahl von Aufnahmen geschlossen werden kann. Der horizontale Gesichtsfeldwinkel, also der Horizontalwinkel der Hauptstrahlen des Objektives nach den Horzontmarken beträgt 47° 16′; zur Bewältigung eines Panorama in einem Standpunkte sind daher acht Aufnahmen notwendig.

Zur bequemen Beobachtung der durch das Objektiv zur Abbildung kommenden Objekte ist eine Mattscheibe vorhanden, was unbedingt notwendig ist, damit der Beobachter nach Drehung der Kamera und Übersicht des zur Abbildung gelangten Gesichtsfeldes die Orientierung der Aufnahme vornehmen kann.

An der Mattscheibenseite der Kamera ist ein Plattenrahmen, an dem die Platten im Momente der Aufnahme anliegt. Die Vertikalseiten des Plattenrahmens tragen zwei Rechen (Fig 16) mit je sieben Einkerbungen in je 10 *mm* Abstand, wobei die Horizontmarken durch kleine Löcher gekennzeichnet sind; für die Vertikalmarken sind gleichfalls zwei Plättchen mit Einkerbungen vorhanden.

Bei justiertem Instrumente wird, wenn das Objektiv in der Normalstellung sich befindet, die Horizontalebene der Objektivachse, der Horizont, durch die Horizontmarken gehen und die Hauptvertikalebene, welche die Objektivachse enthält und zur Bildebene normal steht, wird durch die Ver-

tikalmarken hindurchgehen. Wenn z. B. die photogrammetrische Aufnahme bei einer Objektivstellung 15 *mm* erfolgte, so ist auf die Papierpositive im Abstande von 15 *mm* unterhalb der Verbindungsgeraden (Normal-Horizont) der durch kleine Löchelchen gekennzeichneten Einschnitte eine Parallele zu ziehen, welche den Bildhorizont der Aufnahme darstellt. Damit diese parallelen Geraden im gegebenen Falle bequem aufgetragen werden können, sind die früher beschriebenen Einkerbungen in den Rechen angebracht.

Die Kassetten sind sehr sorgfältig gearbeitete einfache Schieberkassetten: ihre Führung ist sehr exakt und es wird seitens des math.-mech. Institutes die Konstanz der Bildweite ($f = 120\,mm$) bis auf 0·1 *mm* garantiert.

Die Kassetten sind mit Nummern versehen und es ist dafür gesorgt, daß die Nummer der Kassette sich automatisch bei der Exposition auf die Platte überträgt, wodurch jede Verwechslung ausgeschlossen ist. Außerdem können infolge der Konstruktion der Kassetten Notizstreifen eingelegt werden, auf welche nach der Belichtung der Name des Standpunktes, Ablesungen am

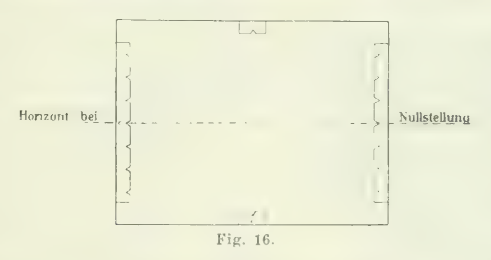



Fig. 16.

Horizontalkreise, der Stand des Objektives an der Stirnteilung der Kamera, der zur Orientierung benutzte Fixpunkt usw. notiert werden können.

Mit Rücksicht auf die kurze Bildweite der Kamera, das kleine Plattenformat $9 \times 12\,cm$, kann man auf streng planparallele Spiegelglasplatten verzichten und es können gewöhnliche photographische Platten benutzt werden, die überall käuflich sind. Empfehlenswert ist es, unbedingt farbenempfindliche (orthochromatische) Platten zu verwenden.

Die Kamera wird im mechanischen Institute so mit der Zentralbüchse verbunden, daß

1. die Objektiv- oder Kameraachse zur vertikalen Umdrehungsachse der Kamera (Alhidadenachse) normal steht,

2. die Bildebene (Rahmenebene) der Kamera parallel zur Umdrehungsachse, respektive die Kameraachse normal zur Bildebene steht und

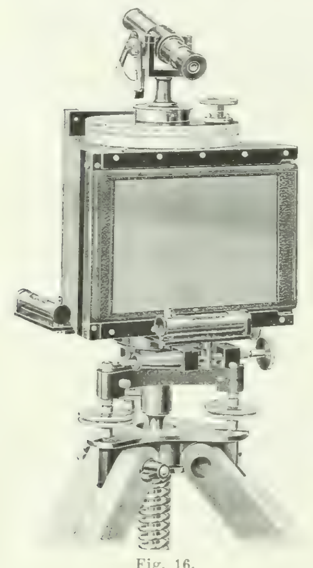
3. die Bewegung des Objektives in der Schlittenführung parallel zur vertikalen Umdrehungsachse, beziehungsweise zur Hauptvertikalen der Bildebene erfolgt.

Der Mechaniker besitzt Hilfsmittel, um den Plattenrahmen genau parallel zur Umdrehungsachse zu machen, d.e Kameraachse hiezu normal zu stellen und die Führung des Objektives in erwünschter Schärfe parallel zur Bildebene, beziehungsweise zur Hauptvertikalen des Bildes zu montieren.

Besondere Justierungsvorrichtungen werden an dem Heydeschen Photogrammeter nicht angebracht.

Für die Vertikalstellung der Umdrehungsachse der Kamera sind zwei zueinander normal stehende Libellen, Alhidadenlibellen, mit der Kamera verbunden: die eine Röhrenlibelle ist parallel zur Kameraachse und die zweite parallel zur Plattenebene gestellt. Diese zwei Libellen müssen der Bedingung genügen, daß die Haupttangenten an den Normalpunkten derselben normal zur vertikalen Umdrehungsachse der Kamera stehen.

Die Justierung dieser beiden Libellen erfolgt dadurch, daß man eine der Libellen in die Richtung zweier Stellschrauben bringt, worauf beide Libellen mit den bezüglichen Stellschrauben scharf zum Einspielen gebracht werden; dann dreht man die Kamera um 180°: Spielen die Libellen ein, so sind sie in Ordnung; ist dies nicht der Fall, so wird der halbe Ausschlag der Libellen mit ihren Justierungsschräubchen und der restliche halbe Ausschlag mit den in der Richtung der Libellen gelegenen Stellschrauben beseitigt, so daß beide Libellen einspielen.


Fig. 16.

Um die Bildebene im Raum orientieren zu können, ist auf dem oberen Teile der Kamera eine Orientierungsvorrichtung angebracht. Sie besteht aus einem Limbus von 11·5 *cm* Radius, der eine Stirnteilung trägt, und dessen Nonius ganze Minuten direkt abzulesen gestattet. Mit dem Limbus ist das Orientierungsfernrohr fest verbunden; es ist um eine horizontale Achse drehbar und an einem Vertikalbogen können Neigungswinkel bis 30° bestimmt werden.

Abweichend vom Theodolite ist hier der Limbus beweglich und sein Nonius fix und bequem in der Nähe der Mattscheibe ablesbar. Die Teilung des Limbus muß hier entgegengesetzt dem Uhrzeiger beziffert sein. Die Bewegung des Limbus wird mittels einer Triebschraube bewerkstelligt, deren Zähne in einen im Innern des Limbus angebrachten Zahnkranz eingreifen; diese Triebschraube macht die Bewegung des Limbus mit.

Die Orientierungsvorrichtung muß so justiert sein, daß

1. der Limbusmittelpunkt nach Möglichkeit in der Verlängerung der Umdrehungsachse der Kamera sich befindet

2. die Fernrohrdrehachse normal zur Kameradrehachse steht,

3. die Visierebene des Fernrohres normal zu seiner Achse ist;

4. bei Einstellung des Limbus auf 0° 0′ die Visierebene des Fernrohres mit der Vertikalebene der Kameraachse (Hauptvertikalebene des Bildes) zusammenfällt und

5. bei Nullstellung des Nonius am Vertikalbogen die Visierlinie des Fernrohres parallel zur Achse des Objektives verläuft.

Die ersten drei Eigenschaften werden dem Instrumente vom Mechaniker erteilt und brauchen nicht untersucht zu werden.

Was die Punkte 4 und 5 betrifft, so wird von einem geeigneten Standpunkte des Photogrammeters ein markanter Punkt $P$ auf den Kreuzungspunkt des Fernrohres eingestellt, so daß man bei Annahme einer bestimmten Richtung der Kameraachse den Horizontwinkel $\alpha$ des Strahles nach dem gewählten markanten Punkte gegen die Kameraachse am Limbus und dessen Vertikalwinkel $\beta$ am Vertikalbogen direkt ablesen kann. Nun wird bei unveränderter Lage der Kamera die photogrammetrische Aufnahme gemacht und die Koordinaten des Bildes $P$ des markanten Punktes auf dem Photogramme ausgemessen, welche gestatten, die Winkel $\alpha_0$ und $\beta_0$ des Strahles nach $P$ zu berechnen. Wird eine Differenz zwischen $\alpha_0$ und $\alpha$, sowie $\beta_0$ und $\beta$ festgestellt, so müssen die Nonien am Limbus und Vertikalbogen um diese Differenzen richtiggestellt werden.

Die Bestimmung der perspektivischen Konstanten der Kamera als der Bilddistanz, des Horizontes, der Hauptvertikalen sowie des Hauptpunktes kann in verschiedener Weise vorgenommen werden.

Prof. Hugershoff schildert in seiner Broschüre: „Das Photogrammeter", K. Wittwer in Stuttgart, in welcher er den Heydeschen Photogrammeter im Detail beschreibt und an dessen Schaffung er mitgewirkt hat, in äußerst klarer und einfacher Weise die Bestimmung dieser für ein photogrammetrisches Instrument wichtiger Konstanten.

Der Preis des Instrumentes beträgt Mk. 285.—.

## Hauptversammlung der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Mit Rücksicht auf die im Jahre 1913 in Wien stattfindende Tagung der Gesellschaft „Deutscher Naturforscher und Ärzte" wurde die für den Oktober d. J. in Wien anberaumte I. Hauptversammlung der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" auf das Jahr 1913 verschoben und findet dann im Anschlusse an den Naturforschertag in der Zeit vom 22. bis 27. September 1913 in Wien statt.

Da zu diesem Zeitpunkte sich viele Interessenten ohnehin in Wien befinden werden, ist eine entsprechend zahlreiche Teilnahme an der Hauptversammlung voraussichtlich zu erwarten, so daß die aufgewendeten Auslagen und die bedeutenden Vorarbeiten in einem günstigeren Verhältnisse zur Teilnehmerzahl stehen werden.

Der Hauptvorstand der
„Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

## Kleinere Mitteilungen.

**IV. Ferienkurs über Stereophotogrammetrie in Jena,** der im August d. J. von Dr. C Pulfrich veranstaltet wurde, erfreute sich eines regen Besuches. Ingenieure, Militärs und Professoren beteiligten sich an dem gewiß lehrreichen Kurs, der sich so rasch in Deutschland eingelebt: besonders Österreich war stark vertreten und auch mehrere Interessenten aus Ungarn haben sich eingefunden

Es war von Dr. Pulfrich sicherlich eine glückliche Idee, diese Kurse ins Leben zu rufen: sie ziehen die Männer der Wissenschaft und jene der Praxis mächtig an, ähnlich wie die „Hochschulkurse an den verschiedenen Technischen Hochschulen Deutschlands", welche mit so großem Nutzen im Dienste der Fortbildung der Ingenieure wirken.

**„Stereographik"** Ges. m. b. H. in Wien. Unter diesem Namen ist vor kurzem ein Unternehmen ins Leben getreten, das sich die Aufgabe stellt, praktische Vermessungsarbeiten zu übernehmen und durchzuführen, welche mittels der Stereophotogrammetrie gelöst werden können. Die Leser des „Archives" sind durch verschiedene kleinere Mitteilungen, zuletzt durch den ausführlichen Artikel Professor Doležals, über den automatischen Auftragsapparat, den Stereoautograph des Hauptmannes von Orel, laufend unterrichtet. Ziel des neuen Unternehmens, der „Stereographik", ist nun die praktische Verwertung des automatischen Auftragverfahrens für die verschiedensten praktischen Zwecke. Bei vielen Projektierungen, Herstellung technischer Pläne etc. wären für photogrammetrische Aufnahmen sehr gute Grundbedingungen vorhanden und könnten bei Anwendung dieser Methode Zeit und Kosten gespart werden. Doch konnte sich bisher der jeweilige Einzelunternehmer der Vorteile der Stereophotogrammetrie aus verschiedenen Gründen nur in den seltensten Fällen bedienen. In erster Linie sind es die relativ hohen Kosten bei der Anschaffung der nötigen Apparate, welche besonders dann, wenn keine laufenden Arbeiten durchgeführt werden können, sowie auch die Notwendigkeit, sich auf diesem Spezialgebiete vorerst praktische Erfahrungen sammeln zu müssen, welche einer breiteren Anwendung der Stereomethode hindernd im Wege standen. Die relativ sehr hohen Kosten, welche insbesondere bei Beschaffung der neuen Modelle des Stereoautographen einträten, würden trotz aller Vorzüge der Methode für viele Interessenten ein unüberwindliches Hindernis bilden. Auch erfordert die fachmännische Bedienung des verhältnismäßig komplizierten Präzisionsinstrumentes eine Summe von praktischen Erfahrungen und besonderem Fachwissen, welchem nur ein sich diesem neuen Zweige des Vermessungswesens voll widmender Spezialist gerecht werden kann. Die Firma Carl Zeiß in Jena, in derem Schoße durch die grundlegenden Erfindungen ihres wissenschaftlichen Mitarbeiters, Herrn Dr. Carl Pulfrich, die Stereoapparate entstanden und groß geworden sind, hat im Verein mit Hauptmann von Orel, dem Erstkonstrukteur des Stereoautographen, in Erwägung der früher angeführten Gründe den Gedanken gefaßt, ein Vermessungsinstitut ins Leben zu rufen, welches jeden Interessenten in die Lage versetzt, sich der Vorzüge der stereoautographischen Methode fallweise nach Bedarf bedienen zu können. Dieses Institut übernimmt jedwede praktische Vermessungsarbeit, welche mittels photogrammetrischer Aufnahmen durchgeführt werden kann und besorgt die Verarbeitung nach stereoautographischer Methode. Weitere Mitteilungen hierüber, sowie Berichte über durchgeführte Arbeiten werden später folgen. Es soll nur erwähnt werden, daß bereits verschiedene im Laufe des heurigen Sommers durchgeführte Aufnahmen in Ausführung begriffen sind; so wurde unter anderem das Gebiet des Dachsteines in einem Flächenausmaß von zirka 360 $km^2$ als Grundlage einer neuen Karte für den Deutsch-österr. Alpenverein stereophotogrammetrisch bearbeitet, ferner wurden interessante Aufnahmen in Bulgarien für kartographische, sowie technische Zwecke ausgeführt etc. Wir werden Gelegenheit haben, über die praktischen Ergebnisse dieser Aufnahmen seinerzeit ausführlich zu berichten.

**Luftfahrerkarte des Deutschen Luftfahrerverbandes.** Auf der Tagung des Deutschen Luftfahrerverbandes zu Stuttgart, Oktober 1912, war auch die aeronautische Kartenfrage, die schon seit 1908 die deutschen Luftschiffahrtskreise beschäftigt, zu einem gewissen Abschlusse gebracht. Als Ergebnis der Arbeiten der Kartenkommission legte Dr. Bamler Essen ein „Kompromiß" vor, das im wesentlichen sich als eine Verbindung der Ergebnisse der Zeppelinschen Kartensitzung mit der Farbenskala des Herrn Dr. Peucker-Wien darstellt.

Der Vorsitzende des Deutschen Luftfahrerverbandes Herr General Exzellenz von Nieber dankte der Kartenkommission für ihre Tätigkeit und betonte, daß vor Fassung eines definitiven Beschlusses der Deutsche Luftfahrerverband die ersten Proben der aerogeodätischen Kartenversuche, welche im kommenden Jahre in Deutschland durch Herrn Dr. Gasser-Darmstadt ausgeführt werden sollen, abwarten wird.

Der vorgelegte Entwurf zeigt, daß die für den Luftschiffahrer, insbesondere aber für den Flieger, nötige Plastik durch Umarbeitung einer bisherigen Topographischen Karte nicht erreicht werden kann.

**Photogrammetrische Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Institutes im Jahre 1911.** Die Winterarbeit 1910/11 wurde ausschließlich mit dem Stereoautographen M. 9 durchgeführt. Es wurden 70 Standpunkte gerechnet und aufgetragen, woraus 419 $km^2$ Schichtenplan und 678 Höhenpunkte resultierten.

Die Feldarbeit, stereophotogrammetrische Aufnahme, wurde als Vorarbeit für die Neuaufnahme in Tirol fortgesetzt. Bearbeitet wurden etwa 800 $km^2$ im Raume Sand in Taufers—Schwarzenstein—Dreiherrnspitze—Riesenfernergruppe; von Mitte Juli bis Mitte September wurden 74 Standpunkte mit 436 Bildern erledigt. Der verwendete „Hochgebirgsphototheodolit M. 9" der Firma C. Zeiß-Jena hat sich sehr gut bewährt.

In Süddalmatien wurden als Fortsetzung einer anderweitigen Aufnahme 16 Standpunkte mit 74 Bildern Ende Mai absolviert.

Der neue Stereoautograph M. 11 kommt erst in der Winterperiode 1911/12 in Verwendung; über dessen Leistungen wird an anderer Stelle berichtet werden.

Versuche in Ballonaufnahmen wurden begonnen.

**Photo- und Stereophotogrammetrische Arbeiten für Ingenieurzwecke** wurden auch im heurigen Sommer vom Vermessungsbureau des Majors S. Truck in ausgedehntem Maße in den annektierten Provinzen Bosnien und der Herzegowina ausgeführt.

**Errichtung eines „Photogrammetrischen Institutes" an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.** Der verstorbene Professor der praktischen Geometrie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien Hofrat Dr. A. Schell, der neben Prof. Steiner an der Technischen Hochschule in Prag und Prof. Ferd. Wang von der Hochschule für Bodenkultur in Wien als einer der ersten in Österreich Vorträge über Photogrammetrie an der Wiener Technischen Hochschule gehalten hat, bemühte sich mit Hofrat Prof. Dr. J. M. Eder durch Jahre, ein „Photogrammetrisches Institut" ins Leben zu rufen, das in den Dienst der Denkmalpflege treten und ähnlich wie die im Jahre 1885 in Berlin von Meydenbauer begründete „Meßbildanstalt" den Grund zu einem Baudenkmälerarchive in Österreich schaffen sollte.

Zweimal war man schon nahe daran, ein solches Institut zu erhalten, und zwar im Jahre 1899 und 1905.

Dem tatkräftigen und zielbewußten Wirken des gegenwärtigen Referenten für Technische Hochschulen im Ministerium für Kultus und Unterricht Dr. Rudolf Ritter von Pollack, der als Ministerialsekretär im Departement für Kunst tätig war und der die Bedeutung der Photogrammetrie im Dienste der Denkmalpflege erkannte, ist es zu danken, daß die „Photographische Meßkunst" nunmehr in dem geschaffenen „Photogrammetrischen Institute" eine Pflegestätte gefunden hat und soweit dotiert wird, daß es möglich sein wird, in den nächsten Jahren die er-

forderliche instrumentelle Einrichtung zu beschaffen und an die Inangriffnahme der Aufnahme der kunsthistorisch interessanten Baudenkmäler Österreichs zu schreiten.

Natürlich wird die Aufnahme der letzteren nach einem bestimmten Programme erfolgen, das die „Zentralkommission für Denkmalpflege" in Wien ausarbeiten wird; es werden alljährlich, soweit es die Mittel gestatten, zwei bis drei Baudenkmäler aufgenommen und so nach und nach das Inventar der wertvollsten kunsthistorischen Baudenkmäler Österreichs in „Bild und Maß" angelegt.

Neben dieser Tätigkeit wird das neue Institut selbstredend auch bestrebt sein, die Forschung auf photogrammetrischem Gebiete zu pflegen und zu fördern.

Das neue Institut wurde der Lehrkanzel für Geodäsie angegliedert, deren Vorstand Hofrat Prof. E. Doležal ist.

**Photographie und Flugwesen.** Eine interessante und weiterer Ausbildung fähige Verwendung der Photographie im Flugwesen wurde in der letzten Zeit bei dem Fluge „Rund um Berlin" versucht. Um genau zu kontrollieren, ob die Flieger auch die an den vier Punkten: Lindenberg, Schulzendorf, Potsdam und Teltow aufgestellten Wendemarken umfliegen, das heißt, sie in der Flugrichtung links lassen, sind besonders an der Wendemarke auf dem Potsdamer Luftschiffhafen interessante Vorbereitungen getroffen worden. Die außen, das heißt von Spandau aus rechts zu umfliegende Wendemarke bestand aus einem weißen, auf dem Boden ausgebreiteten Tuchkreuze und einem Pylon.

Da es den Fliegern gestattet war, diese Marke in beliebiger Höhe zu umfliegen, erfolgte die Registrierung durch die sportliche Leitung zum ersten Male auf photographischem Wege, indem ein an der Wendemarke vertikal befestigter und mit einem Fadenkreuz versehener photographischer Apparat die Wendemarke gewissermaßen an den Himmel projizierte und die Bahn des Flugzeuges, sobald es darüber hinwegflog, aufnahm.

**Preisausschreiben für militärische Aufnahmen aus dem Flugzeug, Lenkluftschiff, Frei- oder Fesselballon und Drachen.** Wie wir bereits im Hefte 1 des III. Bandes des Archives für Photogrammetrie (S. 73) mitteilten, hat das königlich preußische Kriegsministerium drei Preise: 750 M., 500 M. und 250 M. für die gelungensten militärischen photographischen Aufnahmen aus dem Flugzeug, dem Lenkluftschiff, dem Frei- oder Fesselballon, beziehungsweise dem Drachen gestiftet; nun hat die großherzoglich sächsische Staatsregierung eine große silberne, eine kleine silberne und eine bronzene großherzogliche Staatsmedaille zur Verfügung gestellt, wozu der Deutsche Photographenverein als vierten und fünften Preis eine silberne und eine bronzene Vereinsmedaille angefügt hat.

Der Deutsche Photographenverein, Sitz in Weimar, der vom 12. bis 16. August l. J. seine 41. Wanderversammlung in Meiningen abgehalten hat, erläßt nun die bezügliche Preisausschreibung.

Die Einlieferung der betreffenden Einsendungen hat bis zum 15. Dezember 1912 nach Weimar an den genannten Verein, Vorsitzender Karl Schwier, zu geschehen. Die Preisverkündigung wird am 27. Januar 1913 in Berlin erfolgen. Das Preisgericht besteht aus drei Personen, von denen eine durch die Wanderversammlung in Meiningen, die zweite von dem Vorstande des Deutschen Photographenvereines und die dritte durch das königl. preußische Kriegsministerium ernannt werden.

Die Wanderversammlung des Deutschen Photographenvereines hat Herrn Emil Lichtenberg aus Osnabrück zum Preisrichter gewählt.

**Die Photographie der Luft.** Wie aus den Berichten in wissenschaftlichen Journalen zu entnehmen ist, ist es dem japanischen Professor von der Universität Tokio Tanakadate gelungen, ein Verfahren zu entdecken, um die von der Drehung der Propeller bei Flugmaschinen erzeugten Luftwirbel auf die photographische Platte zu fixieren, was bisher noch nicht gelungen war. Der genannte Gelehrte hatte den glücklichen Gedanken, sich der Wärme zu bedienen und konnte so, dank der verschiedenen Dichtigkeit der gradweise erwärmten Luftschichten, eine leuchtende

Ausstrahlung erhalten, die stark genug war, einen Lichteindruck auf der Platte hervorzubringen. Auch von der Pariser Akademie der Wissenschaften sollen bereits verschiedene erfolgreiche Versuche nach dem Tanakadateschen Verfahren gemacht worden sein.

Diese Entdeckung des japanischen Universitätsprofessors ist von ganz besonderer Bedeutung: es wäre zu wünschen, daß sie mit Erfolg ausgewertet werden und in die Fragen, die heute über die oben erwähnten Luftwirbel in Diskussion stehen, Klarheit bringen möge.

**Ballonphotographie und -photogrammetrie im Dienste des Städtebaues.** In der Gruppe „Städtebau" der Städteausstellung zu Düsseldorf, welche im Sommer d. J. in der genannten Stadt stattfand, wurde den denkenden Besuchern vor Augen geführt, daß bei den Bebauungsplänen das neueste Hilfsmittel zur erfolgreichen Bearbeitung derselben, die Ballonphotographie, respektive -photogrammetrie nicht fehlen dürfe.

Es ist eine große Zahl von sehr guten Aufnahmen ausgestellt, die von Major Dr. von Abercron, Mülheim a. Rhein, gesammelt wurden. In einer Aufnahme sind Höhenschichtlinien in roter Farbe eingetragen. Nachdem man dazu überging, nicht mehr nur Stadtgrundrisse, sondern wirkliche Städtebilder zu entwerfen, ist es von großer Wichtigkeit, von dem vorhandenen Bestande nicht nur einen geometrischen Lageplan, sondern eine übersichtliche Darstellung auch der Höhe und Form der Bebauung, der Benutzungsart der unbebauten Flächen usw. zu haben. Um diesen Vorteil der Ballonphotographie kenntlich zu machen, wurde vereinzelt zu einem aus einer Photographie mit Linien abgetrennten Teil ein geometrischer Lageplan beigegeben.

Was die Photographische Meßkunst, die Photogrammetrie und insbesondere die Stereophotogrammetrie, sinngemäß angewendet, zu leisten vermögen, ist anerkannt und es ist auch nicht zu bezweifeln, daß der Ballonphotogrammetrie nicht nur in der topographischen Aufnahme, sondern auch im Dienste des Städtebaues schöne und dankenswerte Aufgaben zur Lösung zufallen werden.

**Habilitierung für Photogrammetrie.** Wie die Hochschulnachrichten im Sommer d. J. meldeten und wie man aus dem Programme der Königl. Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg entnehmen kann, wurde Dr. ver. techn. L. W. Günther aus München an dieser Fachschule die venia a legendi für Photogrammetrie erteilt. Dr. Günther wirkt als wissenschaftlicher Mitarbeiter des optischen Institutes Görz in Berlin-Friedenau und ist auch in die Reihe der Mitarbeiter unseres Archives getreten.

## Literaturbericht.

### Bücherbesprechungen.

Zur Rezension gelangen nur Bücher, welche der Redaktion des „Archives für Photogrammetrie" zugesendet werden.

**Fototopografia teórica y práctica** por José Maria Torroja (Memoria doctoral) 1911. [115 Seiten.]

Die vorliegende Doktorarbeit über Photogrammetrie behandelt im I. Kapitel die historische Entwicklung. Kapitel II, III und IV sind ein unveränderter Abdruck der Arbeit desselben Verfassers von 1908, welche im I. Bande des Archives schon besprochen wurde. In den weiteren Kapiteln V bis XI wird in übersichtlicher Weise besprochen: Apparate, vorbereitende Operationen, Feldarbeit, Hausarbeit, Nivellierung, Orientierung, Ballonaufnahme, Telephototopographie, Stereophotogrammetrie. Besonders beachtenswert ist das I. Kapitel. Hier gibt der Verfasser einen Rückblick auf die Anteilnahme der einzelnen Staaten an der Entwicklung

der Phototopographie. Spanien ist zuletzt, aber am ausführlichsten behandelt, wobei eine sehr überraschende Tatsache mitgeteilt wird. Der Verfasser fand nämlich in der militärischen Zeitschrift „La Asamblea del Ejército y la Armada", periodico de ciencias, arte é historia militar, tomo 3⁰, 1862, S. 31 bis 46, die Abhandlung „Topofotografía, ó sea aplicaciones de la fotografía al levantamiento de planos topográficos" eines nur mit A. T. sich unterzeichnenden Autors, in welcher dieser den Zusammenhang zweier Perspektiven ganz klar in der Weise darlegt, wie es 21 Jahre später Guido Hauck im Journal für reine u. ang. Math." tat und zur Identifizierung von Punkten benutzte. Zum Nachweise seiner Behauptung gibt der Verfasser den betreffenden Abschnitt aus dem Originale wieder. Man hat also abermals einen Fall vor sich, wo ein interessantes Ergebnis gefunden wurde, unbeachtet blieb und dann von ganz anderer Seite neu gefunden wurde. Th. Schmid.

**Das Photogrammeter Heydescher Konstruktion.** Kurze Anleitung zum Gebrauche desselben nebst einer Einführung in die Phototachymetrie für Ingenieure und Geographen von Dr. ing. Hugershoff, Prof. an der königl. Forstakademie in Tharandt. Herausgegeben von Gustav Heyde, math.-mech. Institut und optische Präzisionswerkstätte. Dresden 1912. Im Kommissionsverlag von Konrad Wittwer in Stuttgart 1912. Preis in Leinwand geheftet M. 1.—.

Diese Publikation zerfällt in zwei Abschnitte; der erste behandelt die Grundzüge der Photogrammetrie und der zweite beschäftigt sich mit der Schilderung des Heydeschen Photogrammeters.

Hugershoff bespricht in einer Einleitung die topographischen Methoden im allgemeinen und weist auf die Fälle in der Praxis, wo die photographische Meßmethode und in erster Linie die ältere Form derselben, die Methode der Intersektion Vorteile bietet. Er zeigt, unter welchen Bedingungen aus einer mathematisch genauen Perspektive Horizontal- und Vertikalwinkel bestimmt werden und zeigt ihre Verwendung zur rein graphischen Planentwicklung aus zwei photographischen Aufnahmen. Es wird auch auf die rechnerische Bestimmung von Distanzen und Höhen eingegangen. Spezielle Konstruktionen, wie die Bestimmung der Uferlinie von stehenden Gewässern, sowie das Näherungsverfahren von Finsterwalder, welches die Konstruktion von Höhenlinien mit Verwertung der Konturen von Bergformen behandelt, wird einfach und klar gegeben.

Auch schildert der Autor verschiedene Hilfsmittel: Diagramme, deren er sich bei Bestimmung der Horizontal- und Vertikalwinkel bedient hat.

Der Fall, wo die photogrammetrische Aufnahme mit parallelen, zur Basis normalen Achsen ausgeführt wird und die in ein Stereoskop eingelegt ein plastisches Bild, eine Art Modell des aufgenommenen Geländes bietet, und der zur sogenannten Stereophotogrammetrie, der neueren Methode der photographischen Meßkunst, führt, wurde gleichfalls kurz behandelt.

Wir können die etwa 30 Seiten umfassenden Ausführungen des Autors über die photographische Meßkunst für Zwecke des Ingenieurs als äußerst gelungen bezeichnen.

Der zweite Abschnitt schildert den Photogrammeter des mathematisch-mechanischen Institutes von G. Heyde in Dresden.

Der Bestimmung der Konstanten und der Justierung des Photogrammeters ist die gebührende ausführliche Behandlung zuteil geworden. Näheres siehe Doležal „Instrumentelle Neuerungen", dieses Heft S. 226.)

Dieses zweite, einfache photogrammetrische Instrument, welches die rührige Firma Heyde in Dresden gebaut hat, verdient alle Anerkennung; es ist ein einfaches, billiges und praktisch sehr gut verwendbares Instrument für Zwecke des Ingenieurs.

Die kleine Broschüre Hugershoffs über Photogrammetrie wird ob ihrer einfachen und klaren Darstellungsweise und des sehr gut abgerundeten Stoffes gewiß viele und dankbare Leser finden. D.

# Referate über

## a) Fachartikel in wissenschaftlichen Publikationen.

Raummangels wegen müßten die vorhandenen Referate für das folgende Heft zurückgestellt werden.

## b) Fachliche Vorträge.

**„Über die aerogeodätische Landesaufnahme"** sprach der Dozent der Technischen Hochschule in Darmstadt und Obmann der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" Dr. M. Gasser auf der 28. Hauptversammlung des Deutschen Geometervereines in Straßburg im August d. J. Zunächst behandelte der Redner die Entwicklung der Ballonphotographie. Gleich nach ihrer Erfindung hatte Arago schon ihre Bedeutung für die Topographie erkannt. Schon 20 Jahre nachher wurden Photographien aus hochgelassenen Ballons in Europa und Amerika während der kriegerischen Wirren gemacht. Männer wie Nadar, Giffard und Eleslad förderten die kriegstechnische Seite. Laussedat gelangen sehr schöne und wichtige Festungsaufnahmen. Tissandier stieg bereits im Jahr 1886 mit einer Mehrfachkamera in Paris auf, um Aufnahmen aus dem Ballon zu machen. Thiele-Moskau benutzte im Jahr 1889 Drachen, um seine Mehrfachkameras hochzuheben, und nahm erfolgreich Anteil an der Trassierung der Transsibirischen Bahn. Unvergessen sind die unermüdlichen Versuche von Scheimpflug-Wien. Der Redner kam dann auf die Erfindung der Stereophotogrammetrie zu sprechen, die analog dem menschlichen Gesichtssinne mit zwei Augen, das heißt mit zwei Apparaten, arbeitet. Hierdurch war das Prinzip der Parallaxenmessung in die photographische Meßkunst eingedrungen und gab dieser Methode einen hohen Genauigkeitsgrad. Doch gegen die alte Methode konnte diese neue nur aufkommen, wenn es gelang den Punktauftrag automatisch zu machen. Hier erörtert Redner den Apparat von Tompson, der für konstante Basis erdacht ist, und 150 Punkte statt der früheren 25 pro Stunde aufzutragen gestattet. Deville-Ottawa hat 1902 das Prinzip der wandernden Marke eingeführt. v. Orel schuf dann seinen Stereoautographen auf Grund der Erfahrungen Devilles, Thompsons und Pulfrichs. Dieser Apparat gestattet auf vollkommen automatischem Wege aus der Photographie heraus die Karten und Pläne zu zeichnen. Doch sind alle diese Apparate für horizontale Achsen gebaut. Der Redner hat nun mit Herrn Bergingenieur Alban Trug-Wien durch Zusammenschluß der beiden Konstruktionen einen Apparat konstruiert, der auch für vertikale Achsen, also für Ballonaufnahmen gebaut ist. Ja, es ist dabei nicht einmal nötig, daß die Platte genau horizontal liegt. Ballonhöhe und Standlinienlänge ergeben sich automatisch. Hiermit ist das Problem der Aerophotogrammetrie, ihre Ausnutzung für Kartenzwecke, vorwärts gebracht. Wie wertvoll solch eine Stereostation für die Erforschung der Deformation der fliegenden Maschine ist, wurde ausführlich erörtert. Das Verhalten in den Kurven, der Steigungs- und Gleitwinkel, die Geschwindigkeit, die Höhe, die Deformation der Flügel und der Verwindungen, alle diese Momente lassen sich bis auf den Zentimeter genau im bestimmten Augenblick bemessen und die Ergebnisse können zu Verbesserungen im Bau der Flugmaschinen nutzbar gemacht werden.

Und nun die ersten Aussichten des Vermessungsluftschiffes mit zwei festen Kameras! Auf elektromechanischem Wege ist es dem Redner gelungen, die Stellung der Kameraachsen im Moment der Aufnahme parallel zu richten, ebenso wird die horizontale Lage erreicht.

Wenn man bedenkt, das 20 □km Landesaufnahme in Preußen M. 17.000 kosten, weiters die Vermessung von Berlin 22 Jahre 6 Monate dauerte und M. 1,600.000 kostete, ferner die Landesvermessung 1:5000 in Bayern 43,000.000 verschlang und beinahe 70 Jahre dauerte, so kann man heute noch nicht übersehen, welch einen enormen Vorteil das Vermessungsluftschiff für die Topographie bringen wird. Kaum

15·4% der ganzen, festen Erdoberfläche sind erst vermessen, hiervon fällt auf Europa 90%, Asien 13·7%, Afrika 2·4% und Nordamerika 25·3%. Wenn man bedenkt, daß die Stereophotogrammetrie eine Genauigkeit entwickelt, die der 5000-teiligen Meßtischplanaufnahme nicht nachsteht, so kommt die Frage der Katastralaufnahme einer Unzahl nicht vermessener Städte der ganzen Erde hierbei in Frage. Zur Erläuterung wurden Bilder vom Stadtplan von Paris vorgezeigt, die sich mit dem Katastralplan genau decken.

Kurz, nach Ansicht des Redners liegt in der Verwendung des Vermessungsluftschiffes ein großer wirtschaftlicher Faktor, der bei dem Vorsprunge der deutschen Motorluftschiffahrt sobald wie möglich ausgenutzt werden sollte. Der Redner verwies dann auf Länder wie Argentinien und Brasilien, wo sich mit der fortschreitenden Besiedlung das Bedürfnis nach genauen Karten und geordneten Besitzverhältnissen fühlbar gemacht hat. Hier könnten Handel und Industrie auf Jahrzehnte hinaus aus der Tätigkeit des Vermessungsluftschiffes Nutzen ziehen. Hier sei ein Boden zur Annäherung, zum engsten Zusammenarbeiten mit fremden Völkern, das nur zum Segen unserer eigenen wirtschaftlichen und individuellen Entwicklung ausschlagen könne.

Dieser Vortrag, der mit zahlreichen Karten und Plänen erläutert wurde, fand das größte Interesse und wurde mit lebhaftem, verdientem Beifall begleitet. Es folgten dann noch eine Reihe von Punkten interner Natur, deren Beratung den Rest des Vormittags vollauf in Anspruch nahm. D.

# Bibliographie.

## 1. Selbständige Werke.

Hugershoff, Dr. ing.: „Photogrammetrie." Im Kommissionsverlag von K. Wittwer in Stuttgart 1912.

Meydenbauer, Dr. A.: „Handbuch der Meßbildkunst in Anwendung auf Baudenkmäler und Reiseaufnahmen." W. Knapp in Halle a. S. 1912.

## 2. Journalliteratur.

Chauveau, M. A.: „Restitution, aux points dominés de leurs propriétés stéréoscopiques naturelles inverties sous l'action des points dominateurs, dans les stéréogrammes de cages pyramidales. Conclusion sur le déterminisme de l'inversion" in „Comptes rendus," 155, 1912.

Derselbe: „Sur le rôle de l'impression rétinienne prépotente dans les inversions stéréoscopiques. Intervention démonstrative d'une contre-prépotence créée au profit de l'impression la plus faible." in „Comptes rendus" 154, 1912.

Cords, R.: „Bemerkungen zur Untersuchung des Tiefenunterscheidungsverfahren," in „Zeitschr. f. Augenheilkunde," Bd. 27, Heft 4, 1912.

H[illegible], G. O. H.: „Het probleem van stereoskopisch zien op groote afstanden en het vermeesten van metingen," in „Lux Foto-Tydschrift" 23, Nr. 473, 1912.

[illegible], W.: „Tiefenunterschiede von Sonnenflecken zusammengesetzter Gruppen und andere Ausbruchserscheinungen der Sonne," in „Das Weltall," 11, Heft 19, 1911.

Orel: „Über die Anwendung des stereoautographischen Verfahrens für Mappierungszwecke" in den „Mitt. d. k. u. k. Militärgeogr. Instituts," Bd. XXXI, Wien 1912.

R[illegible], E.: „Über Stereophotogrammetrie," in den „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens," Bd. XL, Nr. 4, 1912.

Carl Zeiß-Jena: „Neues Spiegelstereoskop für große Bilder" nach Pulfrich, J. Mes. 2[illegible]

Dr. N. Herz: „Photogrammetrie, Stereoskopie und Stereophotogrammetrie" im „Jahresberichte der k. k. Staatsrealschule im XIII. Bezirke in Wien, 1912.

Gasser, Dr. Max: „Die photogrammetrische Meßkunst in der Aeronautik" in der „Deutschen Luftfahrer-Zeitung," Berlin 1912.

Handel-Mazetti, Dr. Heinrich Freiherr v.: „Zur Geographie von Kurdistan," in „Petermanns Mitteilungen," Septemberheft 1912.

[illegible], K.: „Geometrographische Untersuchung einiger photogrammetrischer Probleme" im „Jahresberichte der k. k. Staatsrealschule im II. Bezirke in Wien," 1912.

Scheck F. „Einfache und stereoskopische Bildmessung im reinen Feldgebiete," in „Landeskundliche Forschungen," herausgegeben von der Geographischen Gesellschaft in München, Heft 14. 1912.

Tardivo Cesare: „Fotografia e telefotografia milatare dall'aeroplano e dal dirigibile," in „Estratto della Rivista d'artiglieria e genio," vol II, 1912.

Tschermak A., „Optischer Raumsinn," in den „Beiheften zur Ztschr für angewandte Psychologie," Heft 5, 1912.

# Vereinsnachrichten.

## Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Der Sektion sind beigetreten:

Helfer Fritz, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien VIII., Strozzigasse 4.

Milius Karl v. Rástičevo, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien VIII., Piaristengasse 56.

Pletz Richard, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien XVIII., Czatoryskigasse 17.

Truck Sigismund, k. u. k. Major a. D., beh. autor. Zivilgeometer, Wien IX., Nußdorferstraße 4.

Vallo Eduard, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien IX., Beethovengasse 6.

## Mitteilungen der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

### Änderungen im Mitgliederbestand der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie.

Der Sektion sind beigetreten:

Bauer R, Kgl. Katastergeometer, Obertürkheim (Württemberg).
Krebs H., Physiker, Dresden-N., Luisenstr. 45.
Lange M., Kgl. Landmesser, Berlin W. 56, Winterfeldstr. 8.
Lips, Oberlandmesser, Vorstand des Landmesseramtes. Wilhelmsburg (Elbe).
Lüdemann, Kreislandmesser, Lennep (Rheinland), Kölnerstr. 13.
v. Méhes. Zoltan, Dipl.-ing. Adjunkt a. d. Techn. Hochschule, Budapest I, Müegyetem.
Pokorny, R., Ingenieur, Mähr.-Ostrau, Przivosergasse 20.
Szabó v. Bágyon Andreas, Dipl.-Forsting. Assistent an der Techn. Hochschule für Forstwesen, Selmeczbánya.
Schlichter Walter, Dipl.-ing. Kaiserlicher Gouvernementlandmesser Morogoro (Deutsch-Ostafrika).
Weidert Franz, Dr. phil., Fabriksdirektor, Berlin-Wilmersdorf, Landauerstr. 4.
Winkelmann, Professor an der Univ. Jena, St. Jakobstr. 20.

Aus der Sektion ist ausgetreten:

Muizhoff, W., Ingenieur, Berlin S. W. 68, Zimmerstr. 2 II.

Ihren Wohnort haben geändert die Mitglieder

Gasser M. Dr. nach Berlin-Steglitz, Zimmermannstr. 32
Reinsch A. nach Dresden N., Kleiststr. 10 I.

Der Mitgliederbestand der Sektion „Deutschland" der „I. G. f. Ph." erreichte am 1. Dezember 1912 die Zahl 75.

**Vortrag des Oberlandmessers Lips.** Herr Oberlandmesser Lips, Wilhelmsburg-Elbe, Mitglied der Sektion Deutschland, erstattete am 17. Oktober 1912 auf der Versammlung des Niederösterreichischen Landmesservereins in der Alsterhalle zu Hamburg ein ausführliches Referat über den IV. Ferienkurs in Stereophotogrammetrie in Jena. An der Hand von Demonstrationsmaterial, das ihm von der Firma Carl Zeiß für den Vortrag zur Verfügung gestellt war, erläuterte der Redner in ausführlicher Weise das Wesen des stereophotogrammetrischen Meßverfahrens. Im zweiten Teil des Referats wurde die Glashütte Schott u. Genossen und das Zeißwerk in Jena geschildert. An den Vortrag, der lebhaften Beifall fand, schloß sich eine angeregte Diskussion.

## Bibliothek der Gesellschaft.

Gasser Dr. M.: „Die photogrammetrische Meßkunst in der Aeronautik,“ Berlin 1912.
Handel-Mazetti, Dr. H. Freiherr von: „Zur Geographie von Kurdistan,“ Gotha 1912.
Hugershoff Dr. ing.: „Photogrammetrie“, Stuttgart 1912.
Orel E.: „Über die Anwendung des stereoautographischen Verfahrens für Mappierungszwecke,“ Wien 1912.
Pilizotti K.: „Geometrographische Untersuchungen einiger photogrammetrischer Probleme,“ Wien 1912
Reibenschuh E.: „Über Stereophotogrammetrie,“ Pola 1912.

Schluß der Redaktion am Ende November 1912.

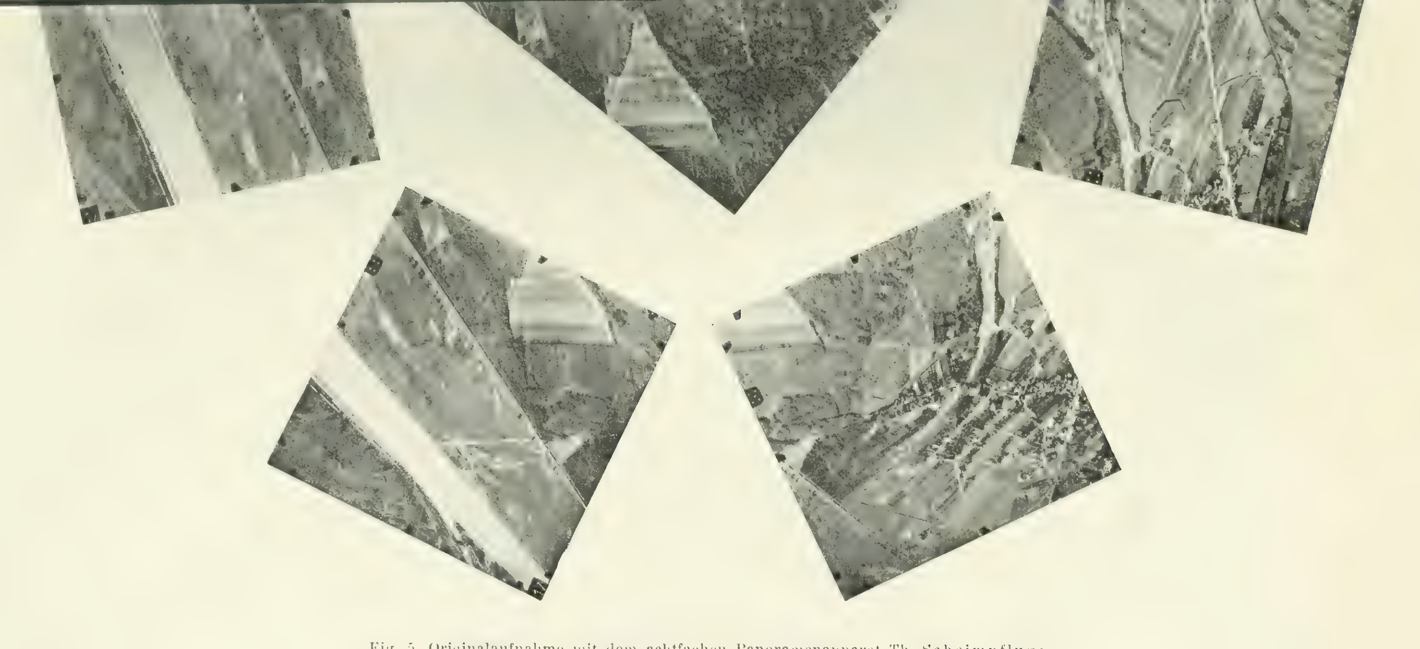


Fig. 5. Originalaufnahme mit dem achtfachen Panoramenapparat Th. Scheimpflugs.

Tafel II.



Fig. 6 Die Originalaufnahme in Fig. 5 zu einem Gesamtpanorama umphotographiert.



Fig. 12. Deckengemälde, schief aufgenommen.

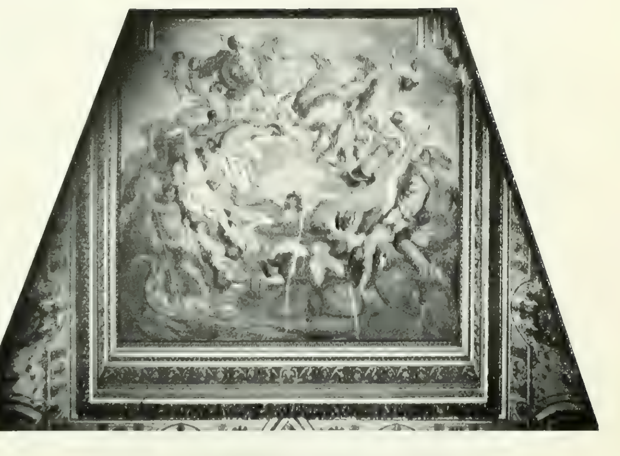


Fig. 13. Deckengemälde, orthogonal ausgerichtet.



Fig. 14. Wandgemälde, schief aufgenommen.

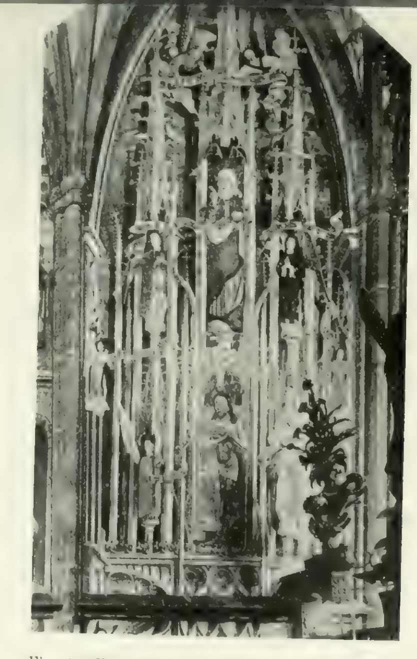


Fig. 15. Wandgemälde, orthogonal ausgerichtet.




Zweifarbiger Klischeedruck

System Scheimpflug–Peucker

INTERNATIONALES
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

Redaktion: Hofrat Prof. E. DOLEŽAL in Wien.

III. Jahrgang. März 1913. Heft 4.

## Ignaz Tschamler,

weiland Technischer Oberoffizial im k. u. k. Militär-geographischen Institute in Wien.



Geboren zu Mähr.-Neustadt am 27. September 1851

Gestorben in Mähr.-Neustadt am 8. Dezember 1912.

## Ignaz Tschamler.

Am 8. Dezember 1912 ist in Mährisch-Neustadt der pensionierte Oberoffizial des k. u. k. Militär-geographischen Institutes, Ignaz Tschamler, gestorben.

Mit ihm hat die Sektion „Österreich" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie eines ihrer tätigsten und eifrigsten Mitglieder verloren. Im Jahre 1851 in Mährisch-Neustadt als Sohn eines Tuchwebers geboren, absolvierte er die Unterrealschule und die höhere Webereischule in Brünn, um dann in das väterliche Unternehmen einzutreten. Durch starres Festhalten an den altgewohnten Produktionsformen konkurrenzunfähig geworden, mußte das Geschäft aufgegeben werden und Tschamler wandte sich, einer zeichnerischen Veranlagung folgend, der Lithographie zu.

1876 als Lithograph in das Militär-geographische Institut eingetreten, wurde er 1890 Beamter dieser Anstalt und trat 1911 als technischer Oberoffizial nach erreichtem 60. Lebensjahr in den Ruhestand. In Anerkennung seiner ersprießlichen Dienstleistung wurde ihm bei diesem Anlasse das Goldene Verdienstkreuz mit der Krone verliehen.

1890 mit der kartographischen Darstellung der Reiseroute der Graf Teleky- und R. v. Höhnelschen Forschungsreise in Afrika betraut, sah er sich vor die Aufgabe gestellt, zahlreiche photographische Aufnahmen zur Punktbestimmung mitzuverwerten und mit den durch direkte Messung gewonnenen Punkten der Routenskizzen in Einklang zu bringen. Eine gewisse Pedanterie in der Durchführung jeder ihm übertragenen Aufgabe und sein bewundernswerter, durch keinerlei Schwierigkeiten zu entmutigender Fleiß ließen ihn das von den Autoren gewünschte Resultat erreichen und brachten ihm die Erkenntnis, wie sehr sich die photogrammetrische Methode gerade für derlei flüchtige Geländeaufnahmen eignet. Durch eifriges Studium der Gesetze der Perspektive für künftige Arbeiten entsprechend vorbereitet, rekonstruierte Tschamler 1895 Hauptmann Schindlers Aufnahme von Ephesus, 1897 Chandler und R. v. Höhnels Forschungsgebiete in Afrika, 1900 Dr. Penthers Aufnahme des Erdschias dagh, 1905 Prof. Wähners Aufnahme des Sonnwendgebirges, später Dr. Pietschmanns Aufnahmen in Kleinasien usw. und war in letzter Zeit mit der Ausarbeitung von Architekt Kmunkes Aufnahmen — Monte Elgon, Uganda — beschäftigt, die er aber nicht mehr zu vollenden vermochte. — Es ist leicht einzusehen, daß von Geologen, Zoologen, Ethnographen, Botanikern etc. unter oft außerordentlich schwierigen Verhältnissen nur so nebenbei, zur späteren kartographischen Darstellung der bereisten Gebiete durchgeführte Aufnahmen nicht den Bedingungen einer exakten Vermessung entsprechen können und da besaß nun Tschamler die erforderliche Geduld, sich in dem das „Aufnahmselaborat" bildenden Wust von Photographien, Skizzen, Peilungen, Barometerständen, Bussolenablesungen, Siedepunktbestimmungen etc. zu orientieren und auf oft geniale Weise sich die Grundlage für den Aufbau des Kartenbildes zu schaffen.

Er besaß außerdem wie kaum ein Zweiter die Fähigkeit, selbst die kleinsten und verschwommensten Details eines photographischen Bildes richtig zu deuten und damit jedes eventuell photographisch minder gelungene Bild erschöpfend auszubeuten; seine durch jahrzehntelange Schulung erworbene, profunde Kenntnis der Terrainformen in Verbindung mit der zeichnerischen Geschicklichkeit des routinierten Kartographen, befähigten ihn zu Leistungen, die mit Recht in weitesten Kreisen rückhaltlose Anerkennung fanden.

Daß er die vortrefflichen Resultate seiner Tätigkeit nie der eigenen Tüchtigkeit, sondern ausschließlich den Vorzügen der photogrammetrischen Methode zuschrieb, kennzeichnet sowohl seinen bescheidenen Charakter als auch das stets betätigte Streben, tunlichst zur Popularisierung der Photogrammetrie beizutragen. Um einer künftigen Generation kartographischer Zeichner die für ähnliche Arbeiten erforderlichen Kenntnisse zu vermitteln und angehenden Forschungsreisenden einen Leitfaden für den zweckmäßigsten Vorgang bei der Feldarbeit zu geben, verfaßte Tschamler einige Broschüren, die er im Selbstverlage herausgab. Es war ihm dabei weder um die Befriedigung einer schriftstellerischen Eitelkeit noch um pekuniären Gewinn zu tun — ja, er scheute selbst direkte Verluste nicht, um die Bedeutung der photogrammetrischen Methode für Forschungsreisende tunlichst bekannt zu machen.

Tschamler war einer jener seltenen Menschen, die in unserer Wertschätzung um so höher steigen, je genauer man sie kennen lernt. Friede seiner Asche!

Friedrich Pichler,
techn. Rat.

## Die Bedeutung photographischer Aufnahmen aus Luftfahrzeugen für das Städtewesen und den Wasserbau.

Von Stadtgeometer P. Kahle in Braunschweig.

Die letzten Jahre haben uns ausgezeichnete Landschaftsaufnahmen aus dem Ballon und Luftschiff gebracht. Ihre Schärfe wurde durch die stetige Vervollkommnung der Kameraobjektive und der Apparate, wie durch die wachsende Vertrautheit der Luftfahrer mit solchen Aufnahmen begründet. Während die Ballonaufnahmen meist Zufallsbilder von günstig beleuchteten Landstrichen, die der Ballon eben überflog, geben, ist uns, seitdem der Wille des Menschen Lenkfahrzeuge in gewollte Richtungen im Luftraum zwingt, die Möglichkeit gegeben, von jeder Stelle in Kulturländern ein Bild aus der Vogelschau zu schaffen.

Vergegenwärtigen wir uns, was uns ein guter Plan und was uns ein scharfes und vergrößertes Vogelschaubild eines Gebietes im Stadtbezirk geben kann.

Die in neuerer Zeit immer vervollkommneten Übersichtspläne (im Maßstab 1 : 4000 bis 1 : 7500) und die Ortsbaupläne der größeren Städte geben

uns alle in Betracht kommenden Gegenstände in einer vereinbarten symbolischen Darstellungsweise: die Bauten im Grundriß, die Wege und Gewässer in ihrer grundbuchmäßigen Begrenzung, die Bewachsung in vereinbarten Baumfiguren und Farben usw., wobei die Rücksicht auf Kosten und Zeitaufwand nötigt, die Darstellung so einfach als möglich zu gestalten. Je kleiner der Maßstab, desto geringer wird die Möglichkeit, die Gegenstände wenigstens maßstäblich darzustellen: es werden bei kleinen oder schmalen, für die Geländebeurteilung aber wichtigen Gegenständen Übertreibungen, bei in ihrer Einzahl minder wichtigen dagegen Zusammenfassungen nötig: das Symbol tritt mehr und mehr in den Vordergrund. Der Benutzung von Plänen und Karten liegen sonach immer Erinnerungsvorgänge zugrunde; wir entsinnen uns, daß das eine Zeichen diese, jenes Zeichen andere bestimmte Verhältnisse andeuten soll, und „lesen" dementsprechend den Plan.

Anders beim Vogelschaubild eines Stadtteiles. Es zeigt uns die topographischen Gegenstände in der ihnen eigenen Gestalt, es treten jetzt alle diese Gegenstände in die Erscheinung, und zwar auch in ihrer dritten Dimension, der Erstreckung nach oben.

Je nach der Höhe, in der aufgenommen wurde, erkennen wir unter Benutzung eines guten Leseglases die Verschiedenheit der Bauten in Gestalt und Höhe und erhalten mit einem Blick über einzelne Bauteile, wie Schornsteine, Türmchen, Mansarden, Dachluken, die ganze Dachgestaltung im Zusammenhang und in anschaulicher Weise Aufschluß. Wir erhalten Einblicke in die Höfe und Gärtchen innerhalb der Altstadt und dadurch Aufschlüsse über die Licht- und Luftverhältnisse in den engbebauten Stadtteilen.

Das Studium der Bilder zeigt uns weiter den Übergang von der alten Bauweise des Stadtkerns zu den Neubauten der Außenstadtviertel, auch erkennen wir ohne weiteres die Industriegebiete. Auf den Bahnhöfen übersehen wir mit einem Blick die Verteilung der Geleise, des Wagenmateriales.

In den Anlagen, Parks und Forsthegungen treten die durch Art und Alter bedingte Verschiedenheit der Baumformen, die Gliederung in Gruppen, die Einzelformen der Wege, ihre Böschungen, auf den Friedhöfen außerdem Anordnung und Denkmalschmuck der Gräber vor Augen.

Wir beobachten am Umring der Stadt die Verschiedenheit in der Feld- und Gartenbenutzung, die Verteilung des Wiesenlandes, die tatsächliche Lage und die Art der Einfriedungen; ferner den gegenwärtigen Umfang und Zustand der Sandgruben und Steinbrüche.

Die Gewässer auf dem Vogelschaubilde zeigen uns die Bewachsung der Ufer und der ihnen nahen Wasserfläche, die Beschaffenheit des Überganges vom Wasser zum Land, vor allem die Abbruchstellen, Anlagerungen, Verlandungen, die Bauanlagen am Wasser, die Wehre, Mühlen, Schöpfwerke, Einläufe, Fähren, Badeanstalten, Bootstationen; die Richtung des Stromstriches, die Fahrbahn der Schiffe, bei ruhigem Wasser auch Einzelheiten des Grundes, wie Kiesbänke, Barren, Klippen, Blöcke.

Und zwischen all den genannten topographischen Einzelheiten tritt uns

der Mensch, vielfach in engster Beziehung seiner Tätigkeit zu dem Geschauten entgegen: das Bild lebt!

Freilich kann ein solches Vogelschaubild niemals den geometrischen Plan ersetzen; für technische Ermittlungen und für Grenzverhältnisse können wir nur aus geometrischen Plänen mit hinreichender Genauigkeit schöpfen; auch lassen sich die verschiedenen Baubeschränkungen, wie Fluchtlinie, Vorgärten und Baulinie, offene Bauweise, Schutzstreifen gegen lästige Anlagen, Abstufung der Bauhöhe, Grenze des Baugrundes nur auf geometrischen Plänen darstellen. Auch muß der Gedanke, etwa für die Stadtvermessung auf photogrammetrischem Wege aus den Bildern etwas gewinnen zu können, ferngehalten werden. Eine Stadtvermessung muß unbedingt auf einheitlicher Grundlage aufgebaut und nach einheitlichen Grundsätzen durchgeführt werden. Die Photogrammetrie leistet bei topographischen Arbeiten, namentlich im Hochgebirge und über Flußabschnitten, Vorzügliches, oft ans Wunderbare grenzendes, wie sich Verfasser selbst bei Ableitung des Planes für Vorarbeiten zur Jungfraubahn aus photogrammetrischen Aufnahmen genugsam überzeugen konnte. Großes werden wir von der Luftphotogrammetrie der topographischen Aufnahme unserer Kolonien erwarten dürfen. Bei der Vermessung einer Stadt hingegen würden die unvermeidlichen Auslassungen nicht sichtbarer Teile (z. B. Hofräume) große Mißlichkeiten für die Kartierung nach sich ziehen, da diese nun geometrisch einzufügen wären; der Anschluß an die photogrammetrischen Punkte würde schwierig, oft unmöglich sein. Dazu kämen Schwierigkeiten in der späteren Fortführung, die ebenso wichtig ist wie Neumessung; ganz abgesehen von der geringeren Genauigkeit photogrammetrischer Aufnahmen gegenüber den neuerdings so überaus erhöhten Anforderungen an die geometrische Stückvermessung. — Aber es wird die Benutzung der Pläne durch Zuhilfenahme von Vogelschaubildern wesentlich unterstützt und vertieft werden.

Wie könnten nun solche Bilder aus der Vogelschau für bestimmte Gebiete gewonnen werden?

Wir denken zunächst an das Luftschiff. Ein solches kann in kürzester Zeit ein Stadtgebiet oder einen Stromabschnitt aufnehmen, wenn es z. B. über dem Stadtgebiet in Schlangenlinie, bestimmten Straßenzügen folgend, oder in einer Kreislinie fährt. Solche Aufnahmen ließen sich bei Fernfahrten der Privatluftschiffe oder bei Übungsfahrten der Militärluftschiffe bewirken und es dürfte vielleicht in nicht zu ferner Zeit an solche Aufgaben herangegangen werden können, sofern die Städte oder die zuständigen Verwaltungen gewisse Vergütungen zu leisten sich bereit finden würden und Unterkunft in der Nähe vorhanden ist.

Die einmalige Aufnahme genügt jedoch nicht. Der Schwerpunkt der Sache liegt vielmehr darin, solche Aufnahmen nach nicht zu langer Zeit von annähernd dem gleichen Luftort wiederholen zu können, um die vor sich gehenden Veränderungen festzustellen, ferner aber nach gewissen Naturereignissen, wie Überschwemmungen und bei sonstigen wichtigen Anlässen, z. B. großen Ausstellungsanlagen, rasch ein Vogelschaubild jederzeit schaffen zu können. Ebenso erscheint die in bestimmten Zeiten

wiederholte Aufnahme erwünscht zur Darstellung des jeweiligen Standes großer Umgestaltungen von Bahnhofsanlagen, Häfen etc. Welchen Umfang die baulichen Veränderungen in einer Großstadt angenommen haben, mag man daraus ersehen, daß für die vierteljährlichen Einmessungen der Neubauten und sonstigen Änderungen und ihre Eintragung in die Betriebspläne in Braunschweig zwei Beamte der Vermessungsabteilung voll beschäftigt sind. Trotzdem bleibt auch dieser intensiven Fortführung der Pläne ein Mangel: von den Änderungen der Bodenbenutzung, vom Zuschütten von Sandgruben und Teichen, Abgraben von Böschungen, Verlegen von Privatwegen erhalten wir keine Kenntnis; sie bleiben somit in den Plänen stehen bis zu gelegentlicher Entdeckung ihres Verschwindens. Vogelschaubilder, die zu verschiedenen Zeiten aufgenommen würden, lassen sofort die eingetretenen Veränderungen erkennen. Diese besondere Bedeutung der Vogelschauaufnahmen tritt bei Bearbeitung größerer Übersichtspläne von Stadt- und Industriegebieten hervor. Angenommen, eine Großstadt läßt einen Plan im Maßstabe 1 : 5000 oder 1 : 10.000 bearbeiten, der nicht nur das Stadtgebiet, sondern auch die Nachbarorte mit ihren Feldmarken, soweit sie im Interessenbereich der Stadt liegen, faßt. Als Grundlage dienen zunächst die Stadtpläne, von denen wir annehmen wollen, daß sie bis zuletzt nachgetragen sind und nicht nur Grenzen und Bauten, sondern all die Gegenstände und Verhältnisse darstellen, deren Übersicht für die Stadtverwaltung wünschenswert ist. Für die Ortschaften sind nun die Feldmarkskarten heranzuziehen und bei diesen gibt es erfahrungsgemäß eine ganze Menge zu ergänzen, sobald es sich um Herstellung eines Kartenwerkes für technische Maßnahmen handelt; Nebenwege, neue Wege, Gruben, Böschungen, Feldschuppen, Bewachsung u. a. m. Es muß also Teil für Teil draußen nachgesehen werden. Wäre es möglich (woran kaum noch zu zweifeln), in der unten beschriebenen Weise systematisch verteilte Vogelschaubilder aufzunehmen, so ergibt deren Vergleich auf dem Bureau mit den Karten alsbald alle Stellen, wo die Ergänzung einsetzen muß. Das Wegenetz auf den alten Friedhöfen, in den größeren Privatgärten und an anderen Stellen, dessen geometrische Aufnahme sich nicht verlohnen würde, kann dann hinreichend genau den Vogelschaubildern entnommen werden. So könnte man in kürzerer Zeit als sonst eine Karte erhalten, die vor allem die ganze Einteilung (Parzellierung) und Benutzung des Bodenbesitzes, die Bebauung usw. enthält, daneben aber in der Wiedergabe topographischer Einzelheiten auch über die Sorgfalt der Meßtischblätter in dieser Hinsicht hinausgeht.

Wenn nun auch in vielen Fällen das Luftschiff solche systematische Aufnahmen bewirken kann, so wird doch die jedesmalige Heranziehung eines solchen für die Wiederholung von Aufnahmen nach bestimmten Zeitabschnitten nicht angängig sein. Es würde das Verfahren zu erwägen sein: eine Aluminium-Kamera durch einen kleinen unbemannten Fesselballon emporheben und die Belichtung automatisch oder durch elektrische Auslösung bewirken zu lassen.

Jede größere Stadt besitzt ein Hauptkartenwerk im Maßstabe 1 : 1000 oder 1 : 2000, das die Unterlage für die Beratungen im Betriebe der Stadt-

verwaltung und baulicher Unternehmungen von privater Seite bildet. Dann könnten in der folgenden Weise für jedes Blatt des Kartenwerkes je nach seiner Bebauung ein oder mehrere Vogelschaubilder beschafft werden.

Man denke sich einen kleinen Fesselballon von etwa $4^1/_2$ *m* Durchmesser, an einer benachbarten Gasanstalt gefüllt, nach den gewählten Aufstiegspunkten gebracht, wo er an einem Draht mittels Winde bis zur Höhe von 250 bis 500 *m* aufgelassen wird. Dann würden Belichtungen einsetzen auf wagrechter Platte oder Film; darnach würde der Ballon wieder eingezogen werden zur gleichen Benutzung auf den weiteren gewählten Punkten. Solche Aufnahmen könnten selbstverständlich an windigen Tagen nicht vorgenommen werden. Wagrechte Plattenlage im Apparat ist dadurch bedingt, daß der Apparat sich mit dem Ballon dreht, wodurch bei senkrechter Plattenstellung fortdauernde Abänderungen des Gesichtsfeldes herbeigeführt werden. Die Kamera und der Draht lassen sich leicht in einer Weise am Ballon befestigen, daß der Draht nicht störend in die Abbildung tritt. Ein derartiger Fesselballon besitzt hinreichenden Auftrieb, um sich, den Draht und die Kamera in die gewünschte Höhe zu heben. Weiteste Erfahrung in dieser Hinsicht besitzen die Aeronautischen Observatorien; vom Kgl. Observatorium zu Lindenberg (80 *km* südöstlich von Berlin) werden jeden Tag mehrfach Ballone und Drachen an Drähten bis zu außerordentlichen Höhen zur selbsttätigen Aufzeichnung der meteorologischen Elemente aufgelassen.

Die so gewonnenen Vogelschaubilder würden nun zu vergrößern sein. Die Städteausstellung in Düsseldorf zeigte in der dankenswerten Ausstellung des um die Luftfahrt hochverdienten Majors Dr. v. Abercron im Raume 23, welch enorme Schärfe sich heute in dieser Hinsicht erreichen läßt, wenn zur Aufnahme die besten Okjektive verwendet werden. Auf den im Raum 23 ausgestellten siebenfachen Vergrößerungen von Ballonaufnahmen im Format $8 \times 11$ *cm* auf $55 \times 75$ *cm* lösen sich Pünktchen der Ballonaufnahmen auf in Menschengestalten, dunkle Fleckchen an den Gebäuden in Fenster mit Rahmen und Ornamentik, graue Streifung auf Straßen und Bahnhöfen in Gleisanlagen mit Schwellenlagen. Der Quermaßstab in der Mitte dieser Bilder schwankt, je nach der Aufnahmehöhe, zwischen 1:500 und 1:6000, entspricht also dem Maßstab unserer Spezialpläne und unserer Übersichtspläne. Beim Studium solcher Vergrößerungen leistet ein Leseglas mit großem Durchmesser (12 bis 13 *cm*) ausgezeichnete Dienste, da beim Hindurchsehen mit beiden Augen meist eine Art stereoskopische Wirkung eintritt.

Bei Betrachtung dieser mächtigen Bilder steigt etwas Gewaltiges, Erhabenes gleichsam aus der Tiefe herauf. Die Stadt, die Landschaft, die wir selbst bei Wanderung auf hochgelegener Straße nur kulissenartig aufgebaut erschauen, entwirrt das stetig unterbrochene Netz ihrer Linien zu einem überaus anheimelnden, zusammenhängenden und klaren Bild ihrer Einzelformen. Die gewaltige Masse eines Residenzschlosses, eines Hauptbahnhofes, die wir sonst fast immer nur stückweise erfassen können, zeigt sich uns im Vogelschaubild in der ganzen Wucht der künstlerischen oder technischen Erscheinung des Gesamtanblickes. Kurorte, Sommerfrischen, altertümliche Städte, große industrielle Anlagen gewinnen an solchen vergrößerten Vogel-

schaubildern entzückende Reklamebilder. Eine Stadt mit ihren altertümlichen Winkeln, anmutigen Anlagen und Gärten, hochgiebeligen und hochtürmigen Kirchen, dies alles oftmals in malerischem Zickzack rundum vom Fluß eingeschlossen, begrenzt durch ausgedehnte Parkanlagen und freie Plätze, wird ein wunderbar anziehendes Vogelschaubild liefern. Man darf annehmen, daß in wenigen Jahren die Baedecker, Grieben, Hartleben, Meyer, Richter und Wörl neben dem Übersichtsplan der Stadt gelegentlich auch das Vogelschaubild eines besonders wichtigen Teiles in ihr bringen werden.

Die künstlerische Ausführung solcher Bilder in ihren enormen Vergrößerungen und ihrer wunderbaren Deutlichkeit und Vollständigkeit bedeutet ein neues Arbeitsfeld für graphische Kunstanstalten. Der Luftfahrt bietet sich in ihrer Aufnahme ein unabsehbares Feld für Betätigung in wissenschaftlicher, technischer und künstlerischer Hinsicht. Jede Flieger- und Ballonfahrt, bei der eine Kamera verwendet wird, die infolge Abbildung auf wagrechter Platte und automatischer Belichtungen die Aufmerksamkeit des Luftfahrers insbesondere gleich nach dem Aufstieg nicht zu sehr in Anspruch nimmt, könnte vortreffliche Bilder dieses oder jenes Gebietes liefern. Wir gedenken hierbei der verdienstvollen Arbeiten von Hauptmann Scheimpflug, dessen achtfache Panoramenkamera in Verbindung mit seinem Apparat zur Umformung geneigter Aufnahmen auf senkrechte Sicht berufen erscheint, Großes für die Lufttopographie zu leisten.

Diese Vogelschaubilder lassen sich nun, wie ein von dem Verfasser bearbeitetes Vogelschaubild auf der Städteausstellung in Düsseldorf vor Augen führt, für die Zwecke des Städtebaues noch in mancherlei Hinsicht ergänzen.

Erstlich kann man in Schwarz die Namen von Straßen, Hauptgebäuden, Gewässern und Flurorten, auf die Dächer die Hausnummern, auf die Felder und Gärten die Parzellennummern einschreiben. Für bauliche Erwägungen wird das fragliche Haus oder Grundstück auf diese Weise rasch aufzufinden sein. Sodann läßt sich die Bodengestaltung durch rote Höhenzahlen und Höhenlinien (gleich denen der Meßtischblätter) veranschaulichen. Die Höhenlinien sind über die Bewachsung, Aufschüttungen und Häuser hin weggezogen; man hat sich dabei diese Gegenstände als durchsichtig zu denken. Im Gegensatz zur Darstellung der Höhenlinien auf einer Karte deutet enges Zusammenrücken der Linien im Bilde nicht immer Steilheit an, sondern kann durch schiefe Sicht hervorgerufen sein. Wird hiebei ein Hang verdeckt, so brechen im Bild die Höhenlinien ab. Über den hellen Bildstellen heben sich die roten Linien aus dem Bilde heraus und schweben scheinbar über der Bodenfläche. Endlich können die Entwürfe von Straßenzügen für die Stadterweiterung in den Vogelschaubildern eingezeichnet werden. So entstehen unter Umständen planähnliche Bilder von außerordentlicher Lebendigkeit. Es würde dann bei der Vorbereitung und Ausarbeitung der landschaftliche Anblick des in die geregelte Bebauung einzubeziehenden Gebietes mit all seinen landwirtschaftlichen und technischen Einzelheiten zu den geometrischen Plänen hinzutreten und hierdurch noch mancher wichtige Gesichtspunkt gewonnen und beachtet werden können.

Für die Wasserbauverwaltung bieten die Vogelschaubilder von Überschwemmungen, Eisgang, Trockenperioden, von der Bettgestaltung abgelassener Gewässer wesentliche Anhaltspunkte für technische Erwägungen. Werden die Grenzsteine am Flußufer oder in seiner Nähe weiß gestrichen oder mit Fähnchen gekennzeichnet, so würde man aus den Bildern ohne weiteres die tatsächliche Lage des Flußbettes zu seinen grundbuchmäßigen Begrenzungen erkennen. Es ist bekannt, wie rasch sich diese Lage bei Wasserläufen nach dem Austritt aus dem Gebirge im Schottergebiet ändert, aber auch im Flachlande beobachten wir beträchtliche Verschiebungen der Flüsse innerhalb weniger Jahrzehnte. Liegt der Zeitpunkt ihrer geometrischen Aufnahme, wie das so oft der Fall ist, um eine Reihe von Jahrzehnten zurück, so ist mitunter kaum noch eine Ähnlichkeit zwischen der natürlichen Lage des Flusses und seiner Darstellung in der Karte vorhanden. Hier kann nach vorangegangener Sichtbarmachung der Grenzzeichen binnen wenigen Stunden der jeweilige tatsächliche Stand der Ufer eines mehrere Kilometer langen Abschnittes festgestellt werden. Das gleiche gilt für die Aufnahme der Linie des höchsten Wasserstandes bei Überschwemmungen.

Die Kosten solcher Aufnahmen von Vogelschaubildern würden sich erheblich mindern, wenn sich Firmen fänden, die sie gegen Vergütung für die städtischen und staatlichen Verwaltungen ausführten. Diese Firmen würden die dabei gewonnenen Erfahrungen besser zusammenfassen und verwerten können, als die einzelne Verwaltung und jedenfalls rasch einen weiten Wirkungskreis gewinnen. Vor kurzem ging durch die Zeitungen die Nachricht über die Konstruktion eines Luftfahrzeuges, das sich senkrecht erheben und über einer bestimmten Stelle still stehen könne. Sollte dieser Gedanke zu verwirklichen sein, so würden sich Aufnahmen, wie die hier gedachten, mit Leichtigkeit durchführen lassen.

Das Endziel der Schaffung derartiger Vogelschaubilder von Stadtgebieten würde die Ausschmückung der Vergrößerungen oder ihrer graphischen Vervielfältigungen in den natürlichen Farben sein. Sie setzt eine farbenphotographische Aufnahme voraus. Hierin hat die letzte Zeit gewaltige Fortschritte gebracht. Wir bewirken jetzt die Aufnahme in Sekunden auf einer Platte; das neue, jüngst von Dr. Limmer beschriebene Ausbleichverfahren liefert Kopien, die in der Farbenwirkung nahe an den natürlichen Anblick heranreichen.

Wir haben bisher nur der Luftbilder von Stadt- und Stromgebieten gedacht. Was aber kann uns die Luftphotographie in Farben für die Landschaftskunde bringen! Wundersame, vom Erdenwanderer nie geschaute, lebendige Überblicke über unsere zeitweilig zauberhaften Heidelandschaften, über geheimnisvolle farbenreiche Hochgebiete der Alpen; über die fesselnden, waldbesäumten Steilküsten mit schäumender Brandung, die Flachküsten mit weiten, glitzernden Wattflächen und grünen Hallig-Eilanden. Wir werden aus der Wiederholung solcher Aufnahmenfahrten in bestimmten Zeiträumen ohne weiteres Kunde über das jährliche leise Anwachsen des Landes an der schleswig-holsteinschen Westküste erhalten; Kunde auch von dem Fortschreiten der verheerenden Wanderdünen; im Binnenlande über die

Wirkung der Erosion in unbedeckten Gebieten. Und jedes Bild wird eine ausgezeichnete lebendige Ergänzung zu dem betreffenden Meßtischblatt oder der sonstiger Wanderkarte bieten. In all diesen Aufnahmen aber werden späteren Jahrhunderten zugleich unbefangene und unvergängliche Dokumente des einstmaligen Aussehens der Landschaft und der vormaligen Art und Weise der Bodenbenutzung überliefert.

## Über ein neues Spiegelstereoskop.

Von Dr. C. Pulfrich in Jena.

(Mitteilung aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena.)[1]

Noch vor etwa 10 Jahren diente das Stereoskop fast ausschließlich der Unterhaltung und der Belehrung. Inzwischen hat sich durch die Anwendung des stereoskopischen Meßverfahrens das Interesse an der Stereoskopie wesentlich erweitert. In der Astronomie, vor allem in der Topographie und in der Ingenieurwissenschaft, in der Architektur und in der Kunst, im Heer und in der Marine, bei mathematischen und naturwissenschaftlichen Studien, überall da, wo es sich um die Vermessung körperlicher Dinge handelt, hat die messende Stereoskopie eine große praktische Bedeutung erlangt und es liegen jetzt für alle diese Gebiete eine ganze Reihe von Aufnahmen vor, die zu beachtenswerten Resultaten geführt haben.

Dem eigentlichen Zweck, für den die Aufnahmen bestimmt sind, ist in dem Stereo-Komparator, mit dem die Ausmessung der Bilder geschieht und in dem sich die vorhandenen stereoskopischen Effekte restlos offenbaren, vollauf Genüge getan. Aber es fehlte bisher an einem einfachen Stereoskop, in dem man die Bilder, welche die Stereo-Photogrammetrie liefert, einwandfrei in ihrer ganzen Ausdehnung überschauen kann. Man hat sich damit begnügen müssen, von den Bildern Verkleinerungen anzufertigen und diese oder Ausschnitte davon zu Stereoskopbildern zusammenzustellen[2], die dann in dem Brewsterschen Linsenstereoskop betrachtet werden können.

Daß hierbei die Schönheiten des stereoskopischen Effektes, die ein mit großer Standlinie und mit Präzisionsphototheodoliten aufgenommenes Bilderpaar zu bieten vermag, nur zum Teil zur Geltung gelangen, versteht sich von selbst und ich habe mich daher schon seit längerer Zeit bemüht, sowohl im Interesse des Fachmannes als auch im Interesse weiterer Kreise ein einfaches Stereoskop zu konstruieren, in dem man die Bilder in ihrer unveränderten Größe einwandfrei betrachten kann.

Ich möchte zunächst kurz erörtern, wie die bisherigen Stereoskope für große Bilder beschaffen und mit welchen Fehlern sie behaftet sind.

[1] Mit Bewilligung des Autors und des Redakteurs der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" zum Abdruck gebracht.

[2] Siehe den Prospekt Meß 174 der Firma Carl Zeiss, Jena, und die von Prof. M. Wolff, Heidelberg, zusammengestellte Serie von Stern- und Mondbildern.

## 1. Die bisherigen Stereoskope für große Bilder.

Das einfachste, von Wheatstone[1]) im Jahre 1838 angegebene Mittel, zwei von verschiedenen Standorten ($O_1$ und $O_2$ in Fig. 1 a) aus aufgenommene Bilder $P_1$ und $P_2$ eines Gegenstandes ($P$ und $Q$) im stereoskopischen Sehen zu vereinigen, besteht darin, daß man die beiden Bilder in der aus Fig. 1 b ersichtlichen Orientierung nebeneinander an der Wand befestigt und sie in angemessener Entfernung, die Augenachsen über Kreuz gestellt, betrachtet. Man unterstützt das Zustandekommen des Raumbildes dadurch, daß man mit dem ausgestreckten Arm einen Bleistift mit der Spitze in Augeshöhe

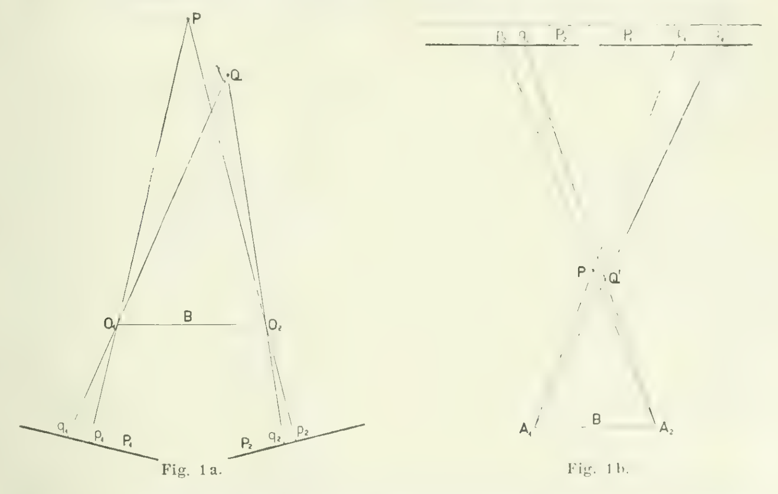


Fig. 1a. Fig. 1b.

hält, die Spitze fixiert und dann so weit zurückgeht, bis das Bild der Bleistiftspitze auf identische Bildpunkte fällt.

Normalsichtige Beobachter, die die Akkommodationsfähigkeit ihrer Augenlinsen noch nicht verloren haben, sehen hierbei anfangs nur die Bleistiftspitze scharf, die Bilder dagegen verschwommen, denn es ist für jeden Normalsichtigen die Konvergenzstellung der Augenachsen mit einer Akkommodation der Augenlinsen auf den Konvergenzpunkt verbunden. Normalsichtige Beobachter müssen daher ihre Augen mehr oder weniger anstrengen, um die Bilder scharf zu sehen. Ältere Personen, die die Akkommodationsfähigkeit verloren haben und mit oder ohne Brille deutlich in die Ferne sehen können, sehen den Bleistift verschwommen, die Bilder dagegen meist sofort in größter Deutlichkeit. Statt des Bleistiftes kann man auch mit Vorteil einen Pappdeckel mit einer entsprechenden Durchblicksöffnung verwenden.

[1]) Ch. Wheatstone, Phil. Trans. Roy. Soc. London S. 371, 1838. Siehe auch M. v. Rohr, Abhandlungen zur Geschichte des Stereoskops von Wheatstone, Brewster, Riddell, Helmholtz, Wenham, d'Almeida und Harmer. Ostwalds Klassiker. Nr. 168. 1908.

Selbstverständlich dürfen bei dieser Anordnung keinerlei Ansprüche an die Orthoskopie des Raumbildes gemacht werden. Das Verfahren bleibt ein Notbehelf, auch dann, wenn man jedes Bild senkrecht zum Achsenstrahl ausrichtet.

Ganz anders liegen die Dinge bei dem ebenfalls von Wheatstone angegebenen Spiegelstereoskop. Es ist in der 1852 veröffentlichten[1] Form in Fig. 2 schematisch abgebildet. Es unterscheidet sich von der ersten Form (1838) nur dadurch, daß den Bildern $P_1$ und $P_2$ verschiedene Neigungen zu den Spiegeln $S_1$ und $S_2$ und verschiedene Entfernungen von ihnen gegeben werden können, alles zu dem Zweck, die Bilder genau unter demselben Bildwinkel und demselben Konvergenzwinkel zu betrachten, unter denen die Aufnahme der Bilder stattfand. Photographische Aufnahmen mit großer Standlinie und konvergent gerichteten Achsen wurden in jener Zeit vielfach, in Deutschland zuerst durch L. Moser[2]), gemacht.

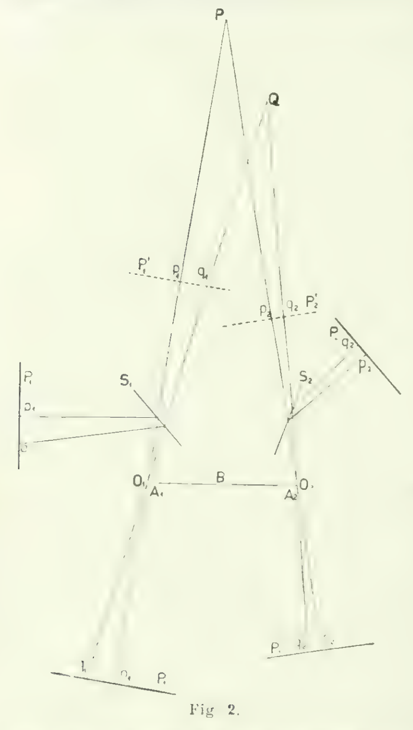


Fig. 2.

Das Wheatstonesche Spiegelstereoskop hat wegen seiner sperrigen Form und wegen der Schwierigkeit einer gleichmäßigen Beleuchtung der beiden Bilder keinen nennenswerten praktischen Erfolg gehabt. Schuld daran ist auch die durch die einmalige Spiegelung bedingte Forderung, daß die Bilder spiegelverkehrt in ihre Bildhalter eingesetzt werden müssen. Für die bei der Aufnahme erhaltenen Negative und für die durch Kontaktdruck hergestellten Diapositive auf Glas hat diese Forderung nichts weiter zu sagen, denn man hat im ersten Falle die Platten nur so einzusetzen, daß die Schichtseite — in Fig. 2 die Seite, auf der die Buchstaben angegeben sind — dem Spiegel zugewandt ist und die Diapositive so, daß die Schichtseite dem Spiegel abgewandt ist. Aus dem Grunde können aber die üblichen, durch Kontaktdruck hergestellten Papierbilder im Wheatstoneschen Spiegelstereoskop überhaupt nicht betrachtet werden. Als eine befriedigende Lösung

[1]) Ch. Wheatstone, Phil. Trans. Roy. Soc. London. S. 1, 1852 (siehe oben S. 337, Anmerkung 2).

[2]) L. Moser, Doves Repert. S. 337, 1844.

unserer Aufgabe kann daher das Wheatstonesche Spiegelstereoskop nicht angesehen werden.

Über den Vorschlag des Herrn E. Deville[1]) in Kanada, durch Anwendung halbdurchsichtiger Spiegel im Wheatstoneschen Spiegelstereoskop und durch Herumführen einer Lichtquelle im Stereoskopbilde ein Hilfsmittel für die automatische Aufzeichnung von Höhenkurven zu gewinnen, habe ich bereits an anderer Stelle[2]) berichtet.

Ferner hat vor wenigen Jahren Herr L. Pigeon[3]) in Nancy ein neues Spiegelstereoskop angegeben, bei dem nach dem Vorgange von Dove, Brewster und Rollmann das eine Bild direkt, das andere in einem Spiegel betrachtet wird. Das Pigeonsche Stereoskop hat den besonderen Vorzug, daß die Bilder in gebundenen Heften angeordnet sind (siehe die Figur in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde", 27, S. 257, 1907). Den Nachteil, daß das eine Bild spiegelverkehrt sein muß, kompensiert Pigeon dadurch, daß er bei der Aufnahme des einen Bildes einen Spiegel in den Strahlengang zwischen dem Objektiv und der seitlich aufgestellten Platte einschaltet, eine Anordnung, die in photographischen Kreisen kaum Anklang finden wird.

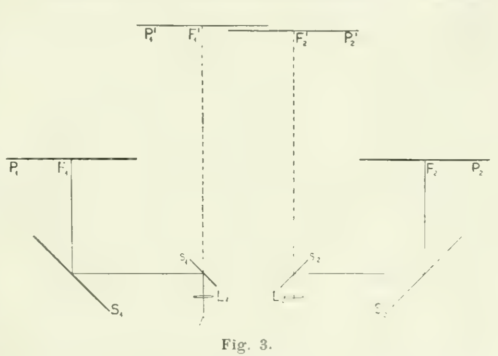


Fig. 3.

Für die Aufhebung der einseitigen Bildumkehrung im Wheatstoneschen Spiegelstereoskop hatte schon im Jahre 1857 Helmholtz ein Mittel angegeben: die Anwendung von zwei Reflexionen hintereinander für jeden vom Bilde zum Auge gelangenden Strahl. Es ist dies das bekannte Helmholtzsche Telestereoskop, das sowohl für die direkte stereoskopische Betrachtung entfernter Gegenstände als auch für die stereoskopische Betrachtung von größeren Stereoskopbildern benutzt werden kann. Beim Stereo-Komparator hatte ich vor 10 Jahren eine dem Helmholtzschen Telestereoskop nachgebildete Einrichtung (Fig 3) getroffen, die, an Stelle des Stereo-Mikroskops gebracht, die stereoskopische Betrachtung der beiden Platten in

[1]) E. Deville, On the use of Wheastone Stereoscope in Photographing Surveying. Trans. Roy. Soc. of Canada 2. Ser. 8. S. 63. 1902/03.

[2]) C. Pulfrich, Über eine neue Art der Herstellung topographischer Karten und über einen hierfür bestimmten Stereo-Planigraphen. „Zeitschrift für Instrumentenkunde", 23, S. 133, 1903.

[3]) L. Pigeon, Sur un stéréoscope dièdre à grand champ à miroir bissecteur. Compt. rend. 141, S. 247, 1905; M. v. Rohr, „Zeitschrift für Instrumentenkunde", 27, S. 265, 1907; E. Stenger, Spiegelstereoskope und das Stereoskop „Dixio". Prometheus S. 24 und S. 40. 1911.

ihrer ganzen Ausdehnung ermöglichte. Ich habe aber die Einrichtung wieder fallen lassen, da ich zu der Erkenntnis gekommen bin, daß sie nur dann mit Vorteil als ein Stereoskop für große Bilder benutzt werden kann, wenn die Bilder mit entsprechend langer Brennweite aufgenommen sind. Für die meisten Bilder ist der Abstand der Platte von dem Auge des Beobachters im Verhältnis zu der Brennweite des photographischen Objektivs viel zu groß und man sieht dann die Bilder mit übertriebener Tiefenwirkung, ähnlich wie bei der Betrachtung im freien Sehen eines mit kurzer Brennweite aufgenommenen Bildes[1]) oder bei der Betrachtung des Bildes im Licht-Schauspielhause ebenfalls im freien Sehen von den hinteren Plätzen aus.

Ich habe auch schon an anderer Stelle[2]) darauf hingewiesen, daß man die einseitige Bildumkehrung im Wheatstoneschen und im Pigeonschen Spiegelstereoskop dadurch aufheben kann, daß man jedesmal den Spiegel durch ein Amicisches Dachprisma ersetzt (Fig. 4). Ein solches Dachprisma vertauscht, wie ein photographisches Objektiv, oben und unten, links und rechts, und man hat, um das Bild aufrecht zu sehen, es nur in seiner Ebene um 180° zu drehen und so in den Apparat einzusetzen. Damit sind die üblichen, durch Kontaktdruck von den Negativen gewonnenen Papierbilder ohne weiteres verwendbar. Das Dachprisma hat aber leider den Nachteil, daß die Linien, die das Gesichtsfeld begrenzen, geneigt zu der rechteckigen Umrahmung des Bildes verlaufen. Es stellt daher auch diese Anordnung eine vollständig befriedigende Lösung unserer Aufgabe nicht dar, auch dann nicht, wenn man, um eine gleichmäßige Beleuchtung der Bilder von vorn zu erhalten, den Prismen eine Ablenkung größer als 90° gibt.

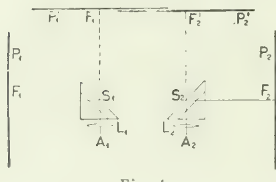


Fig. 4.

Ich will hier auf die Methode von Rollmann und d'Almeida, bei der man die beiden Stereoskopbilder in verschiedenen Farben, rot und grün, übereinander druckt oder auf einen Schirm projiziert und die Bilder durch eine rot und grüne Brille betrachtet, nicht weiter eingehen, ebensowenig auf das Polarisationsverfahren und das von Ives angegebene, an sich außerordentlich interessante Verfahren, die Bilder durch Gitter hindurch aufzunehmen und zu betrachten[3]).

## 2. Das neue Spiegelstereoskop.

Die optische Einrichtung und der Strahlengang sind aus Fig. 5 zu ersehen. Auf die äußere Anordnung komme ich weiter unten näher zurück.

An Stelle des einfachen Spiegels beim Wheatstoneschen Spiegelstereoskop ist vor jedem Auge des Beobachters ein Winkelspiegel $(ABCD)$ an-

[1]) C. Pulfrich, Stereoskopisches Sehen und Messen. Jena 1911, S. 17.

[2]) Ibid. S. 20.

[3]) Über die stereoskopische Kinematographie siehe die Schrift von Hans Lehmann (Jena) Die Kinematographie, ihre Grundlagen und ihre Anwendungen. Aus Natur und Geisteswelt, 358, 1911.

gebracht, in dem der Hauptstrahl zweimal hintereinander ohne Änderung der Einfallsebene reflektiert und um rund 120° abgelenkt wird, das erste Mal an der spiegelnden Fläche $BC$ und das zweite Mal an der spiegelnden Fläche $AB$. Die Papierbilder werden, mit ihrer Bildseite dem Winkelspiegel zugewandt, in aufrechter Lage aufgestellt.

Der Ablenkungswinkel $\varrho = 120°$ ist so gewählt, daß die Bilder von vorn durch Tages- oder Lampenlicht gleichmäßig und ohne irgendwelche Schatten und falsche Reflexe beleuchtet werden und daß der Kopf des Be-

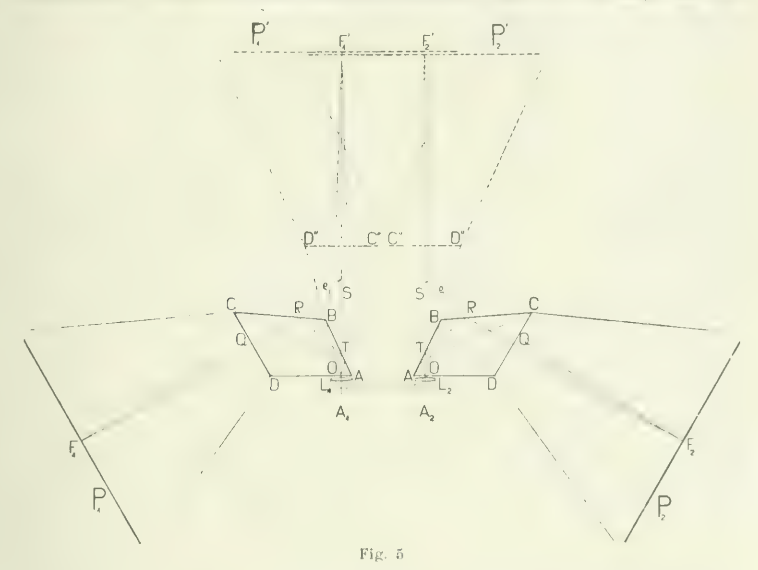



Fig. 5

obachters zwischen den beiden Bildern noch bequem Platz hat (siehe die äußere Ansicht des Apparates in Fig. 16 weiter unten).

Ferner befindet sich zwischen dem Winkelspiegel und dem Auge des Beobachters eine Linse ($L_1$ und $L_2$), deren Brennweite gleich ist dem Abstand des Bildes von der Linse. Die Aufstellung des Bildes hat jedesmal so zu erfolgen, daß der in die optische Achse der Linse einlaufende Strahl von der Mitte des Bildes ausgeht und auf der Bildfläche senkrecht steht

Infolge der zweimaligen Reflexion wird jedes Bild ohne Änderung von links und rechts einfach um 120° nach der Mitte herumgeschwenkt In den so entstandenen Bildern $P_1'$ und $P_2'$ ist der Abstand der beiden Fernpunkte $F_1'$ und $F_2'$ voneinander gleich dem Abstand der Linsenmitten voneinander. Daher sieht der Beobachter hier, wie bei dem Brewsterschen Linsenstereoskop[1]), die Fernpunkte mit parallel gerichteten Augenachsen und eine be-

[1]) Siehe C. Pulfrich, Stereoskopisches Sehen und Messen Jena 1911, S. 18.

sondere Vorrichtung zur Anpassung der Linsen an den Augenabstand $(A_1 A_2)$ des Beobachters ist überflüssig. Die Anordnung hat vor dem Brewsterschen Stereoskop noch den Vorzug, daß wir hier ohne Schädigung der Bildgröße den Abstand der Linsenmitten gleich dem mittleren Augenabstand setzen können und dadurch erreichen, daß die Mehrzahl der Beobachter axial durch die Linsen hindurchblickt. Im übrigen muß hier wie dort daran festgehalten werden[1]), daß der Beobachter vor dem Einblick in das Stereoskop diejenige Brille aufsetzt, die ihn befähigt, mit beiden Augen deutlich in die Ferne zu sehen.

**3. Die an den Winkelspiegel gestellten Anforderungen.**

Wir werden uns bei den nachstehenden Erörterungen auf die eine der

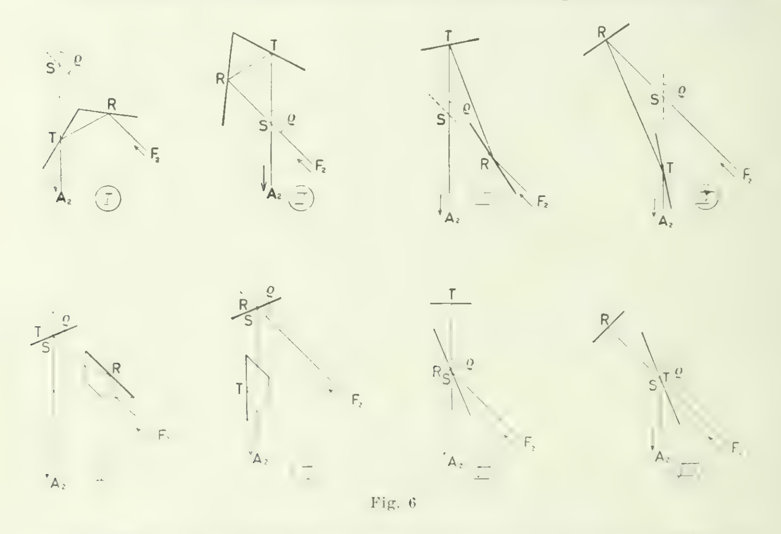


Fig. 6

beiden Hälften des Stereoskops beschränken, da ja die eine Hälfte das Spiegelbild der anderen ist.

In erster Linie müssen wir suchen, dem Winkelspiegel eine solche Form zu geben, daß der für die Betrachtung des Bildes erforderliche Bildwinkel (zirka 45° für stereo-photogrammetrische Aufnahmen) auch wirklich erreicht wird. Von vornherein war, wie aus den folgenden Darlegungen zu ersehen ist, nicht zu erwarten, daß dieser Bedingung entsprochen werden konnte.

Für die Überführung der Lichtstrahlen vom Bilde zum Auge hatten wir die Bedingung gestellt, daß eine zweimalige Reflexion des Hauptstrahles ohne Änderung der Einfallsebene stattfinden müsse. Dieser Bedingung entsprechen die sämtlichen in Fig. 6 zusammengestellten Anordnungen I bis

[1]) Man sehe auch den Prospekt Meß 174, S. 4.

VIII. Sie unterscheiden sich voneinander nur dadurch, daß jeder der beiden Punkte $R$ und $T$, in denen der Achsenstrahl durch Spiegelung aus der einen Richtung $F_2 S$ in die andere $S A_2$ übergeführt wird, abwechselnd vor oder hinter oder in den Schnittpunkt $S$ gelegt ist. Hat man über die Lage der beiden Punkte $R$ und $T$ verfügt, so läßt sich nach dem Reflexionsgesetz die Lage der beiden spiegelnden Flächen sofort angeben. So entstehen im ganzen acht verschiedene Arten der Ausführung für unseren Winkelspiegel. Der Fall, daß beide Spiegel durch den Punkt $S$ hindurchgehen, wie er in der oben besprochenen Fig. 4 verwirklicht ist, kommt für die vorliegende Zustammenstellung nicht in Betracht, da in diesem Falle der Hauptstrahl bei dem Übergange von der einen Fläche zur anderen seine Einfallsebene ändert.

Für die Konstruktion des Winkelspiegels wollen wir jetzt, um dauernd gute Spiegelbilder zu erhalten, von vornherein auf Metall- und versilberte Glasspiegel verzichten. Wir benutzen Glasprismen mit gut planpolierten Spiegelflächen und nehmen versilberte Flächen nur da, wo keine Totalreflexion möglich ist. Des weiteren wollen wir die Bedingung stellen, daß nur solche Glasprismen zur Verwendung gelangen, die aus einem Stück Glas bestehen. Das trifft nur zu bei den Anordnungen I und II in Fig. 6. Alle anderen Prismen müssen aus je zwei Stücken zusammengesetzt werden und sind schon allein deshalb im Nachteil gegen I und II. Bei VII und VIII bedeutet die eine der beiden spiegelnden Flächen eine halbdurchsichtige Silberschicht, die in dem einen Falle vor, in dem anderen nach den beiden Reflexionen durchstrahlt wird.

Von den in Fig. 6 angegebenen acht Anordnungen bleiben somit nur die beiden Prismen I und II übrig und da auch Prisma II wegen des viel kleineren Bildwinkels dem Prisma I unterlegen ist (im einzelnen siehe weiter unten), so kommt für die definitive Konstruktion des Winkelspiegels nur noch das Prisma I in Frage.

## 4. Die speziellen Eigenschaften des Glasprismas.

In Fig. 7 betrachten wir ein Prisma I für den beliebig gewählten Ablenkungswinkel $\varrho$. Wir nehmen die beiden Punkte $R$ und $T$ ebenfalls beliebig an und erhalten durch Halbieren der Basiswinkel $\eta$ und $\vartheta$ in dem Dreieck $RST$ die beiden spiegelnden Flächen $S_1$ und $S_2$ mit dem Scheitel in $B$. Der Winkel $\beta$, den die beiden Spiegel miteinander bilden, ist somit gleich $180^0 - \varrho/2$. Für die beiden anderen Flächen $AD$ und $DC$ wählen wir eine solche Richtung, daß der Achsenstrahl normal durch sie hindurchgeht. Es ist dann $\delta = \varrho$ und wir können weiter schließen, daß

$$\alpha + \gamma = 180^0 - \varrho/2 = \beta$$

ist.

Unser Prisma hat die Wirkung einer planparallelen Glasplatte. Man sieht das am besten und erhält sofort eine Übersicht über den Strahlengang und die Strahlenbegrenzung in dem Prisma, wenn man das Prisma zweimal hintereinander um die spiegelnden Flächen herumklappt

zuerst um $AB$ und dann um $BC''$ (siehe Fig. 8). Für die Ecken der Spiegelbildprismen wählen wir die gleichen Buchstaben und unterscheiden durch einfache und doppelte Strichelung. Wir erhalten so eine planparallele Glasplatte ($C'D''//AD$) und die Begrenzung des Bildwinkels im Innern des Prismas ist gegeben durch die beiden Randstrahlen $OC''$ für den linken Rand und $OBE''$ für den rechten Rand. Tragen wir auf $CD$ die Strecke $CE = C'E''$ ab, verbinden $B$ mit $E$ und $H$ mit $C$, so ist auch der Strahlengang in dem Prisma nach allen Richtungen festgelegt.

Das Glasprisma hat leider einen Nachteil, den ich gern vermieden gesehen hätte, der aber nicht so schwer wiegt, daß man deshalb das Glasprisma aufgeben sollte. Solange nämlich das betrachtete Objekt sich in

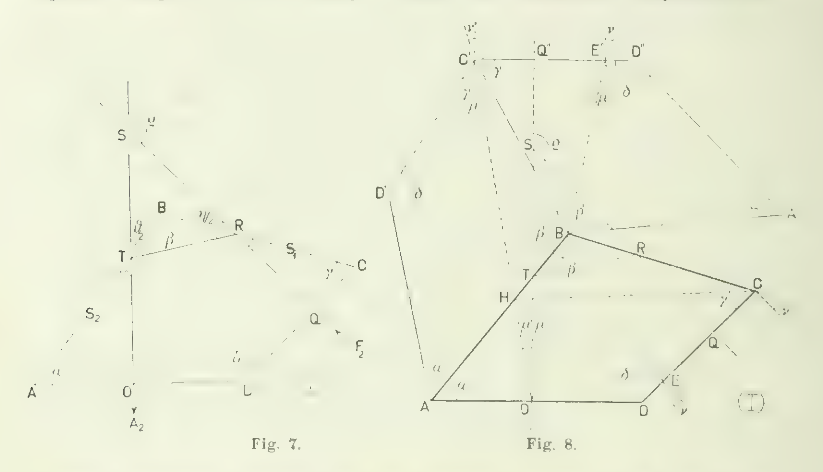



Fig. 7. Fig. 8.

großer Entfernung befindet, übt der schräge Durchblick durch eine planparallele Glasplatte keinen Einfluß auf das Bild aus. In unserem Falle aber betrachten wir durch die Glasplatte ein in ihrer Nähe befindliches ausgedehntes Bild und wir erhalten daher eine mit der Dicke der Glasplatte und dem schrägen Durchblick immer mehr zunehmende Farbenzerstreuung.

Diese Farbenzerstreuung, wie sie übrigens auch bei dem Brewsterschen Linsen-Stereoskop infolge der exzentrischen Durchsicht durch die Linsen stattfindet, ist bis zu einer Winkelabweichung von der Achse im Betrage von 25° nur gering; sie wird daher auch nur bei einiger Aufmerksamkeit gesehen. Bei senkrechtem Durchblick durch die Glasplatte ist das Bild vollständig farblos und wir wollen daher bei der Konstruktion des Prismas Wert darauf legen, daß man die Mitte des Bildes immer senkrecht durch die Glasplatte hindurch zu sehen bekommt und ferner darauf, daß die Strahlenbegrenzung durch das Prisma links und rechts von dem Achsenstrahl in dem gleichen, möglichst großen Winkelabstand ($\mu = \mu$ in Fig. 8) erfolgt.

### 5. Symmetrisch gebaute Reflexionsprismen sind für unsere Aufgabe nicht verwendbar.

Erleidet in einem Winkelspiegel der im Hauptschnitt verlaufende Strahl eine zweimalige Reflexion (allgemein eine gerade Anzahl von Reflexionen), so ist der Ablenkungswinkel unabhängig von der Drehung des Winkelspiegels um die Normale zum Hauptschnitt. Das ist eine für den Winkelspiegel wichtige und charakteristische Eigenschaft, die die Spiegel mit nur einer Reflexion, allgemein mit einer ungeraden Anzahl von Reflexionen nicht haben. Solche Winkelspiegel oder Prismen sind in der Regel symmetrisch gebaut und werden bekanntlich in der Geodäsie zum Abstecken z. B. von rechten

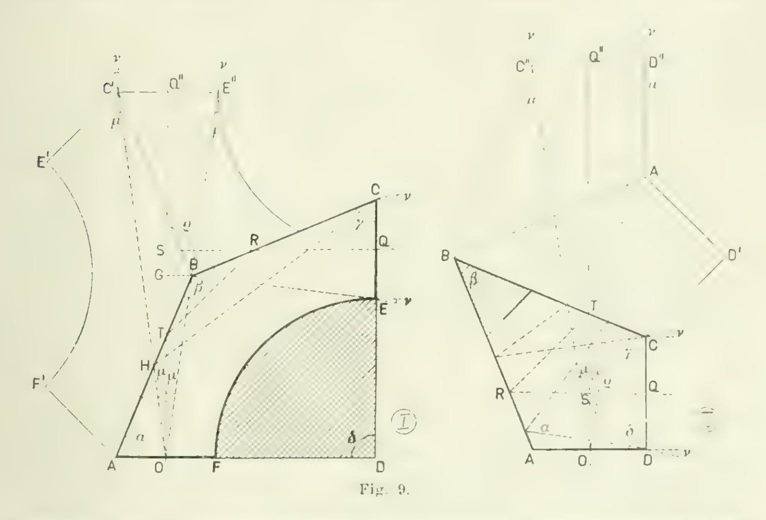


Fig. 9.

Winkeln und im Fernrohrbau als Reflexionsprismen benutzt. Sehen wir uns zunächst einmal diese Prismen daraufhin an, wie groß der mit ihnen erreichbare Bildwinkel ist.

Von den beiden in Fig. 9 angegebenen Prismen dieser Art bedeuten I das sogenannte Wollastonsche und II das sogenannte Gouliersche Reflexionsprisma; das letztere wird auch oft nur Pentaprisma genannt. Jedes Prisma ist symmetrisch in bezug auf die Diagonale $BD$. In den beiden Figuren I und II sind die Punkte $O$ und $Q$ so gelegt, daß die Randstrahlen links und rechts gleichen Winkelabstand $(\mu - \mu)$ vom Achsenstrahl erhalten. Das tritt für alle Prismen I, deren Ablenkungswinkel $\varrho$ zwischen $0^0$ und $180^0$ gelegen ist, ein, wenn $BT = BR = {}^1\!/_3\, AB$ ist und für alle Prismen II, deren Ablenkungswinkel zwischen $90^0$ und $120^0$ gelegen ist, wenn $O$ und $Q$ mit den Mitten der Flächen $AD$ und $CD$ zusammenfallen.

Bei dem Prisma I ist somit jetzt wegen $\mu = 90 - \varrho/2$ der Winkel

$= \gamma = \beta/2 = 90^0 - \varrho/4$ und wir erhalten für jeden zwischen $0^0$ und $180^0$ gelegenen Winkelwert $\varrho$ den Winkel $\mu$ aus

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{BG}{GT + OT} = \frac{BG}{BG \operatorname{tg}(90^0 - \varrho/4) + 2\,BG \operatorname{tg}(90^0 - \varrho/4)}$$

zu

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{1}{3 \operatorname{tg}(90^0 - \varrho/4)}.$$

Hieraus und unter Berücksichtigung des Brechungsindex des Glases $n = \sin\nu/\sin\mu = 1{\cdot}51$ läßt sich der Bildwinkel $2\nu$ in Luft berechnen.

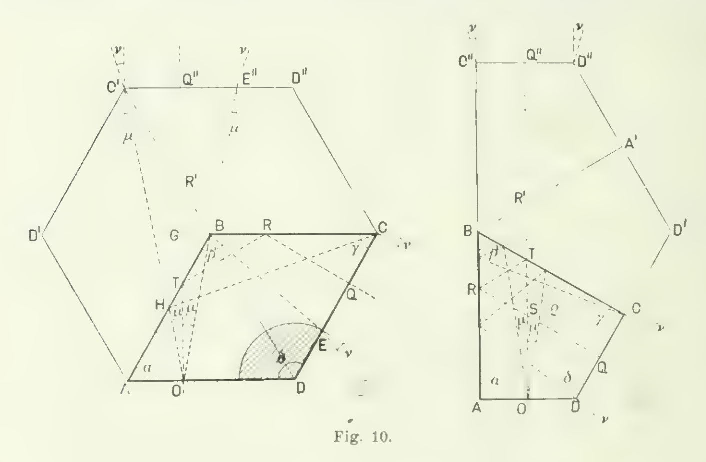



Fig. 10.

Es ergibt sich für Prisma I und für $\varrho = 90^0$ aus

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{1}{3 \operatorname{tg} 67{\cdot}5^0},$$

$$\mu = 7^0 52' \text{ und } 2\nu = 23^0 50'.$$

Für das Prisma II in Fig. 9 und für $\varrho = 90^0$ ergibt eine einfache Überlegung $\operatorname{tg}\mu = \frac{1}{4 + 2\sqrt{2}}$, somit $\mu = 8^0 20'$ und $2\nu = 25^0 18'$.

In Fig. 10 sind zwei weitere Prismen nach I und II für $\varrho = 120^0$ abgebildet. Hier hat das Prisma I die besondere Eigenschaft $\alpha = \gamma = 60^0$ und $\beta = \delta = \varrho = 120^0$. Alle vier Seiten sind unter sich gleich und es ist $DE = AO = BT$ und $DO = 2\,AO$.

Wir erhalten hier für Prisma I:

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{1}{3 \operatorname{tg} 60^0} = \frac{1}{3\sqrt{3}}, \text{ also } \mu = 10^0 54' \text{ und } 2\nu\ 33^0 10',$$

und für Prisma II:

$$\operatorname{tg}\mu = \frac{1}{4\sqrt{3}}, \text{ somit } \mu = 8^0\,13' \text{ und } 2\nu = 24^0\,56'.$$

Wie man sieht, findet bei der Anordnung II mit der Vergrößerung des Ablenkungswinkels $\varrho$ von $90^0$ auf $120^0$ eine geringe Abnahme des Bildwinkels $2\nu$ (von $25^0 18'$ auf $24^0 56'$), bei der Anordnung I dagegen eine nicht unerhebliche Zunahme des Winkels (von $23^0 50'$ auf $33^0 10'$) statt Prisma II scheidet somit von jetzt an aus unseren Überlegungen aus und wir wollen uns nur noch mit dem Prisma I befassen.

Zunächst wollen wir untersuchen, welche Steigerung von $2\nu$ für das Prisma I durch eine weitere Vergrößerung des Winkels $\varrho$ noch zu erwarten ist.

Für $\varrho = 135^0$ ergibt sich

$$\mu = 12^0\,33' \quad \text{und} \quad 2\nu = 38^0\,20'.$$

Für $\varrho = 151^0$ fällt in Fig. 10, I der Punkt $E$ mit $D$ zusammen und wir erhalten:

$$\mu = 14^0\,28' \quad \text{und} \quad 2\nu = 44^0\,20'.$$

Lassen wir $\varrho$ noch weiter wachsen, so findet jetzt eine Verminderung des nutzbaren Winkels $\mu$ dadurch statt, daß der Punkt $E$ zwischen $O$ und $D$ zu liegen kommt.

Für $\varrho = 180^0$ endlich gehen die beiden Flächen $AD$ und $DC$ in eine einzige über (siehe Fig. 11) und wir erhalten aus $\operatorname{tg}\mu = 1/3$

$$\mu = 18^0\,26' \quad \text{und} \quad 2\nu = 57^0\,2'.$$

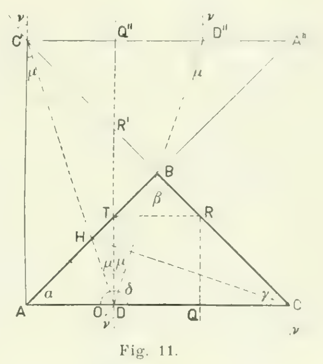


Fig. 11.

Wie bereits oben erwähnt, ist es nicht unsere Absicht, von dem Ablenkungswinkel $\varrho = 120^0$ allzusehr abzuweichen. Das bedeutet aber, daß wir mit symmetrischen Prismen selbst unter Verwendung eines Glases von höherer Lichtbrechung als 1·51 nicht viel mehr als $35^0$ Bildwinkel in Luft erreichen können. Es fragt sich daher, ob und wie man durch Veränderung der Konstruktion des Reflexionsprismas den Bildwinkel auf den gewünschten Betrag von $45^0$ bringen kann.

An die Symmetrie des Prismas sind wir nicht gebunden. Diese Eigenschaft des Prismas ist für das Abstecken eines Winkels nach rechts und nach links wichtig, denn nur dadurch ist es möglich, das Prisma durch einfaches Drehen um die Vertikalachse ohne Einschränkung des Winkelwertes $2\nu$ auch in umgekehrter Richtung des mittleren Strahles zu benutzen. Aber in unserem Falle (Fig. 5) sehen wir immer nur von einer Seite in das Prisma hinein und wir wollen uns daher überlegen, welchen Gewinn wir aus der Preisgabe der Symmetrie des Prismas für den Bildwinkel $2\nu$ erzielen können.

## 6. Konstruktion eines den Anforderungen entsprechenden Prismas.

Wir wollen von vornherein damit rechnen, daß der Materialverbrauch des Prismas auf das unbedingt Notwendige beschränkt wird und nicht wieder,

wie bei dem symmetrischen Prisma I in den Figuren 9 und 10, ein großer Teil des Prismas unbenutzt bleibt. Aus dem Grunde wollen wir suchen es so einzurichten, daß der Punkt $E$ mit $D$ (Fig. 10) zusammenfällt, mit anderen Worten, daß der Randstrahl $OBE$ dicht neben der Kante $D$ in das Prima eintritt.

Die Richtungsänderung, welche der eintretende Strahl durch die zweimalige Reflexion im Innern des Prismas erleidet, ist bekanntlich unabhängig von dem Einfallswinkel gleich $\varrho$. Das gilt sowohl für die Strahlen in Luft als auch für die Strahlen im Glase. Dementsprechend gehen wir bei der Konstruktion unseres Prismas nicht aus von den unter dem Winkel

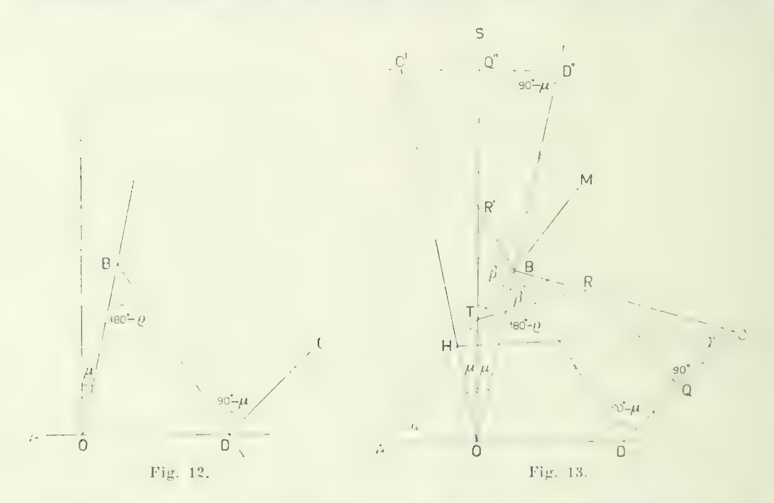


Fig. 12.

Fig. 13.

$180^0 - \varrho$ 2 zueinander geneigten Spiegeln, sondern von einem beliebig gewählten Winkel $\mu$ — beliebig zunächst innerhalb der oben für $\mu$ angegebenen Winkelwerte — und von dem auf dem einen Schenkel von $\mu$ beliebig angenommenen Punkte $B$ (siehe Fig. 12). In $B$ legen wir den Winkel $180^0 - \varrho$ an und ziehen durch $O$ eine Senkrechte $AO$ zu dem anderen Schenkel $OS$ des Winkels $\mu$.

Die Ecke $D$ $(= E)$ des Prismas können wir auf dem zweiten Schenkel des Winkels $180^0 - \varrho$ beliebig annehmen. Wir wählen den Schnittpunkt mit $AO$ und legen in $D$ an $BD$ den Winkel $BDC = 90^0 - \mu$ an.

Von dem Prisma sind somit bis jetzt die folgenden Teile gegeben: die beiden Ecken $B$ und $D$, der Punkt $O$, der rechte Randstrahl $DBO$ und die Lage der beiden Flächen $AD$ und $DC$, die, wie leicht zu sehen, den vorgeschriebenen Winkel $ADC = \delta - \varrho$ einschließen.

Um auch den Ort von $C$ und $A$ und damit das Prisma zu erhalten, tragen wir auf $OB$ (siehe Fig. 13) von $B$ aus $BD = BD'$ ab, fällen von $D'$ auf $OS$ die Senkrechte $D'Q'$, tragen auf $DC$ zweimal hintereinander die

Strecke $D''Q'' = DQ = QC'$ ab, verbinden $C'$ mit $B$ und legen in $B$ an $BC'$ den Winkel $\beta = 180^0 - \varrho/2 = ABC'$ an, so ist $ABC'D$ das gesuchte Prisma.

Die Konstruktion ist für jeden zwischen $0^0$ und $180^0$ gelegenen Ablenkungswinkel $\varrho$ mit Lineal und Zirkel ausführbar. Ist $\varrho = 120^0$, so bedient man sich beim Anlegen des Winkels $180^0 - \varrho/2 = 120^0$ und des Winkels $180^0 - \varrho = 60^0$ zweckmäßig der Winkeldreiecke. Für einen auf dem Zeichenblatt beliebig gewählten Winkel $180^0 - \varrho$ aber macht man das Anlegen des Winkels $180^0 - \varrho/2$ in der Weise, daß man $D''Q''$ um sich selbst verlängert ($= Q''C'$), $C'$ mit $B$ verbindet und den Winkel $C'BC$ durch $MBA$ halbiert. Daß auch in diesem Falle der Winkel $\beta = ABC = ABC' = 180^0 - \varrho/2$ ist, läßt sich wie folgt leicht beweisen:

$$\beta - (180^0 - \varrho) = ABO + DBC' = D''BM + D''BC' + C'BM = 180^0 - \beta,$$
$$2\beta = 360^0 - \varrho \quad \text{und} \quad \beta = 180^0 - \varrho/2.$$

Wir können auch gleich den Strahlengang einzeichnen. Den rechten Randstrahl $DBO = D''BO$ kennen wir bereits. Um den linken Randstrahl zu erhalten, verbinden wir $O$ mit $C'$ und $H$ mit $C$. Daß $\mu = u$, ergibt sich aus der Konstruktion. Um den Achsenstrahl zu erhalten, errichten wir auf $DC$ in $Q$ eine Senkrechte, welche $BC$ in $R$ schneidet und verbinden $R$ mit $T$. Daß das Reflexionsgesetz richtig befolgt wird ($ATO = BTR$ und $BRT = CRQ$), ergibt sich aus der Kongruenz der Dreiecke $BCD$ und $BC'D''$, der Dreiecke $QCR$ und $Q'C'R'$ und der Dreiecke $RBT$ und $R'BT$.

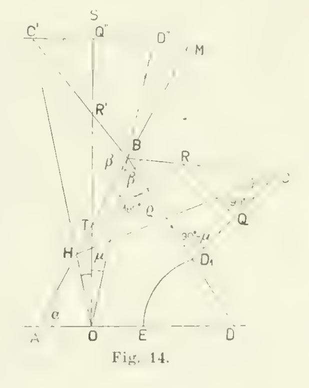


Fig. 14.

Das durch unsere Konstruktion erhaltene Prisma $ABCD$ erfüllt somit alle oben genannten Bedingungen und wir wollen jetzt sehen, bis zu welchem Betrage von $\mu$ wir gehen können, ohne daß das Prisma aufhört, verwendbar zu sein.

Sehen wir zunächst zu, wie sich das Prisma verändert, wenn wir den Punkt $D$ auf $BD$ wandern lassen. Nehmen wir z. B. für $D$ einen Punkt, der näher an $B$ gelegen ist (siehe Fig. 14) und konstruieren das Prisma $ABCD_1$ in der gleichen Weise wie angegeben, so bleiben die Winkel $\beta = 180^0 - \varrho/2$ und $\delta = \varrho$ unverändert. Es ändern sich aber die Winkel $\alpha$ und $\gamma$ und ebenso die Seiten. Die Änderung geschieht in der Weise, daß mit dem Heranrücken des Punktes $D_1$ an $B$ der Winkel $\alpha$ immer größer und der Abstand $AO$ immer kleiner wird. Da wir für $AO$ einen bestimmten Abstand benötigen, so ist es von Bedeutung, daß wir in der Größe der Strecke $AO$ durch die Wahl des Punktes $D$ auf $BD$ nicht mehr als unbedingt nötig beschränkt werden. Man könnte sogar daran denken, mit dem Punkt $D_1$ über den Schnittpunkt $D$ in Fig. 14 hinauszugehen. Das erscheint aber deshalb nicht ratsam, weil sonst das Prisma aus zwei Stücken zusammengesetzt werden müßte.

Aus dem Grunde ist es für uns am besten, bei der in Fig. 13 getroffenen Wahl in der Lage des Punktes $D$ stehen zu bleiben.

7. Ermittelung des Prismas mit dem größtmöglichen Bildwinkel.

Wir machen das in der Weise, daß wir die unter 6 angegebene Konstruktion für einen um 2 bis 3° größeren Winkel $\mu$ ausführen und hiermit so lange fortfahren, bis der Grenzfall erreicht oder überschritten ist, in dem das Prisma aufhört, praktisch verwendbar zu sein. Das ist der Fall, wenn die Ecke $A$ des Prismas mit dem Punkt $O$ zusammenfällt.

Um die einzelnen Prismen miteinander vergleichen zu können, behalten wir den Abstand $OD$ unveränderlich fest und lassen $B$ auf der durch $O$, $B$

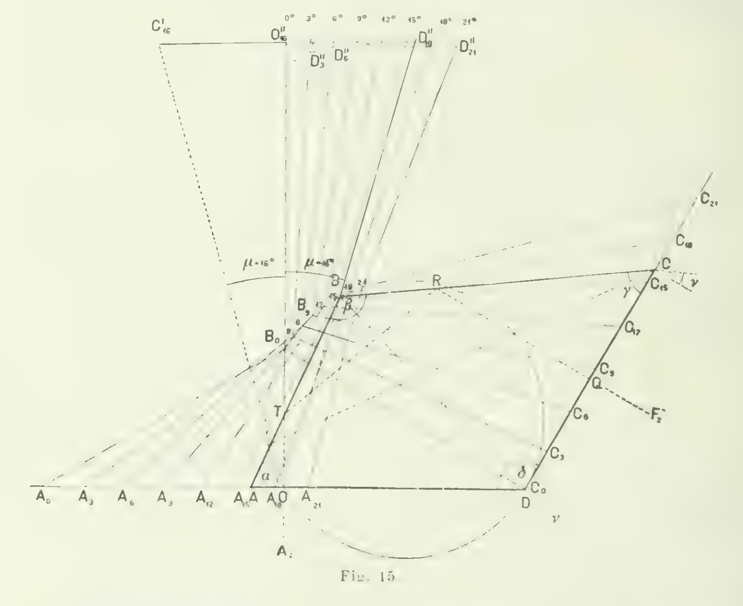



Fig. 15

und $D$ gelegten Kreislinie (siehe Fig. 15) wandern. Auf diese Weise wird dann der Winkel $OBD$ als Peripheriewinkel über dem Bogen $OD$ für jedes einzelne Prisma von selbst gleich $180^0 - \varrho$.

So erhalten wir in Fig. 15 eine Reihe von Prismen, jedes für einen anderen Winkel $\mu$ und für einen anderen, aus $\sin \nu = n . \sin \mu$ zu berechnenden Bildwinkel $2\nu$. Das erste für $\mu = 0^0$ erhaltene Prisma hat die Form $A_0 B_0 D . C_0$ fällt mit $D$ zusammen. Das nächste Prisma $A_3 B_3 C_3 D$ gilt für $\mu = 3^0$, das dritte für $\mu = 6^0$ usw. fort. Für $\mu = 18^0$ fällt die Ecke $A_{18}$ des Prismas dicht vor den Punkt $O$, für $\mu =$ rund $19^0$ ist der oben bezeichnete Grenzzustand des Prismas erreicht und für $\mu = 21^0$ überschritten. In dem Falle $\mu = 21^0$ ergibt unsere Konstruktion zwar auch noch ein Prisma, aber es hat für uns, da das

Auge an dem Prisma vorbeischaut, keine praktische Bedeutung mehr. Auch muß man mit dem Winkel $\mu$ etwas vor dem angegebenen Grenzfall des Prismas Halt machen, da man für den Durchblick durch das Prisma einen von der Pupillengröße und dem Unterschied in dem Augenabstand der Beobachter abhängigen Abstand der Schneide $A$ des Prismas von dem Punkt $O$ benötigt.

Wir hatten unter 2 die Bedingung gestellt, daß der Abstand des Punktes $O$ links und rechts voneinander gleich 64 *mm*, dem mittleren Augenabstand des Beobachters, sei. Wenn wir daher jeder der beiden Linsen einen freien Durchmesser von 14 *mm* geben und für den Abstand der Prismenkante $A$ von $O$ den Wert von 8 *mm* vorschreiben, so ist damit ausreichend Rücksicht genommen auf den Augenabstand des Beobachters (56 bis 72 *mm*), auf die Pupillengröße des Auges und darauf, daß der Beobachter seinen Kopf ein wenig nach links oder nach rechts verrücken kann, ohne den Überblick über das Bild zu verlieren.

Des weiteren haben wir aber auch noch auf den Abstand der Prismenkante $D$ von $O$ Rücksicht zu nehmen. Man braucht diesen Abstand nicht größer zu nehmen als unbedingt notwendig ist, aber er darf auch nicht zu klein sein, weil sonst eine Behinderung des Beobachters durch den an der Prismenfassung anzuhängenden Bildhalter eintritt. Mir erscheint ein Abstand $OD = 60$ bis 70 *mm* angemessen, und wir wählen somit dasjenige Prisma unter den in Fig. 15 gezeichneten, bei dem $AO$ gleich ist $1/8$ $OD$ und bringen das Prisma dann auf eine solche Größe, daß $AO = 8$ *mm* wird.

Das unter diesen Voraussetzungen gewählte Prisma ist in Fig. 15 mit kräftigen Konturen gezeichnet (siehe auch Fig. 5, S. 255). Aus der Zeichnung entnehmen wir für $\mu$ den Wert

$$\mu = 16{\cdot}0^0$$

und erhalten für den Bildwinkel des Prismas

$$2\,\nu = 49{\cdot}2^0.$$

Vergleicht man diesen Wert mit dem oben für ein symmetrisches Prisma von dem gleichen Ablenkungswinkel $\varrho = 120^0$ erhaltenen Bildwinkel $2\nu = 83{\cdot}2^0$, so ist klar, daß **sich unsere auf die Vergrößerung des Bildwinkels gerichtete Mühe reichlich gelohnt hat.**

Ersetzt man das Glasprisma mit dem Brechungsindex 1·51 durch ein solches mit dem Brechungsindex 1·57, so erhält man den noch etwas größeren Wert

$$2\,\nu = 51{\cdot}3^0$$

und erzielt damit zugleich den Vorteil, daß jetzt für alle wirksamen Teile der beiden spiegelnden Flächen $AB$ und $BC$ Totalreflexion eintritt.

In Wirklichkeit ist der Bildwinkel nicht ganz so groß, wie vorstehend angegeben, da die Pupille des Auges nicht unmittelbar an den Punkt $O$ des Prismas herangebracht werden kann. Aber es bleibt selbst bei einigem Abstand des Auges von $O$ immer noch ein so großer Bildwinkel übrig, daß man z. B. die mit $f = 200$ *mm* erhaltenen Bilder im Format $13 \times 18$ $cm^2$ anstandslos auf einmal in ihrer ganzen Ausdehnung übersehen kann. Im anderen Falle und bei besonders großen Bildern verschiebt man den Kopf

bei der Betrachtung des linken Bildrandes etwas nach rechts und bei Betrachtung des rechten Bildrandes etwas nach links. Die Höhe des Prismas ist natürlich so bemessen, daß auch hier keine Einschränkung des Bildes durch das Prisma eintritt.

Hiermit ist unsere Aufgabe als gelöst anzusehen[1]), alles andere betrifft die äußere Anordnung des Stereoskops.

## 8. Der weitere Aufbau des Stereoskops.

Die Gesamtanordnung ist aus Fig. 16 zu ersehen. Der zur Aufbewahrung dienende Kasten bildet das Untergestell. Der Deckel wird mit einer im Innern angebrachten Stütze schräg gestellt und das Mittelstück mit den

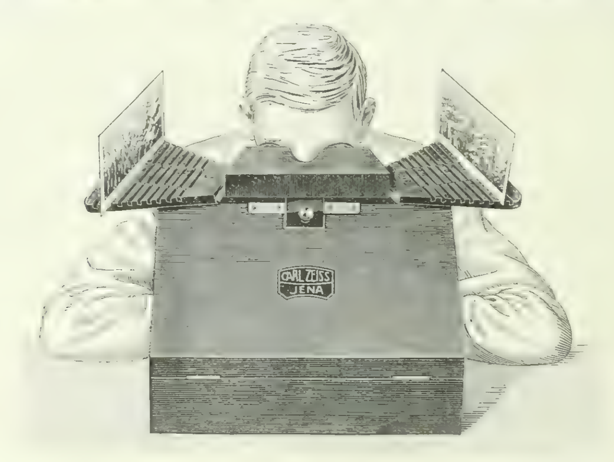



Fig. 16

beiden Glasprismen und den Okularen mit einem einfachen Griff auf den vorderen Teil des Deckels aufgesetzt.

Die Bildhalter werden in die an dem Mittelstück angebrachten Scharniere einfach eingehängt. Man läßt sie dann lose auf den abgerundeten Ecken des Deckels aufruhen. Beim Ein- und Aushängen hält man die Bildhalter angenähert parallel zur äußeren Prismenfläche.

Die Bildhalter sind mit einer Einrichtung versehen, die ein schnelles Aufstellen des auf steifem Karton aufgezogenen Bildes in dem vorgeschriebenen Abstand und parallel zur Prismenfläche ermöglicht. Zu dem Zweck ist jeder Bildhalter mit einem Schieber ausgerüstet, der sich in der Richtung des in Fig. 16 sichtbaren weißen Striches so weit nach außen schieben

1) Wie oben erwähnt, ist die beschriebene Konstruktion für jeden zwischen 0° und 180° gelegenen Ablenkungswinkel $\varrho$ ausführbar. Ich behalte mir vor, an anderer Stelle auf [illegible] ...ders interessanten Fälle [illegible] Anwendung zurückzukommen.

läßt, daß die auf dem Schieber eingeschnittenen Nuten die gerade Fortsetzung bilden ebensolcher Nuten auf dem Bildhalter. In dieser Stellung des Schiebers steckt man den Karton ein und läßt den mit einer kräftigen Feder versehenen Schieber wieder los. Nicht aufgezogene Bilder legt man zweckmäßig zwischen eine Glasplatte und einen Pappkarton. Films werden zwischen zwei Glasplatten gelegt, müssen aber von der Rückseite beleuchtet werden, ebenso Glasnegative und Diapositive.

Die weiße Linie auf dem Schieber dient als Anhalt für die Aufstellung des Bildes. Auf den stereo-photogrammetrischen Bildern befindet sich die optische Achse auf der geraden Verbindungslinie der oberen und der unteren Lochmarke. Die Lochmarken müssen sich, wenn das Bild eingesetzt ist, senkrecht über dem weißen Strich befinden. Diese Vorschrift gilt aber nur für Stereoaufnahmen, bei denen die optischen Achsen der Objektive einander parallel gerichtet sind, die Lochmarken im Stereoskopbilde also im Unendlichen liegen. Wegen der Aufnahmen mit beliebig gerichteten horizontalen Achsen siehe weiter unten.

Um eine größtmögliche Übereinstimmung der Brennweite der Betrachtungslinse mit der Brennweite des Aufnahmeobjektivs zu erzielen, ist an Stelle der einfachen Linse vor jedem Prisma ein Revolverokular angebracht, bestehend aus drei Linsen von 100, 150 und 200 *mm* Brennweite und einer freien Durchblicksöffnung für eine etwa einzusetzende Linse von anderer Brennweite.

Man verwendet links und rechts immer Linsen von der gleichen Brennweite und wählt diejenige, die der Brennweite des Aufnahmeobjektivs am nächsten kommt. Auf ein paar Zentimeter mehr oder weniger kommt es hierbei nicht an. Wohl aber ist Wert darauf zu legen, daß das Bild immer in der Brennebene der Linse aufgestellt ist. Die Abstände, wie sie den drei Linsen entsprechen, sind durch die Zahlen 1, 2 und 3 auf dem Schieber angegeben.

In Fällen, in denen die Aufnahme mit Objektiven von wesentlich längerer Brennweite als 200 *mm* erfolgt ist und bei Röntgenaufnahmen braucht man im allgemeinen keine Linse und man kann die freie Öffnung im Revolverokular ohne weiteres als Durchblicksöffnung benutzen. Den erforderlichen größeren Abstand der Bilder (bis zu 40 *cm*) erzielt man durch Benutzung der beigegebenen Bildhalter aus Aluminium, die in die an dem Mittelstück befindlichen Bildhalter einfach eingehängt werden[1]).

Etwaige Höhendifferenzen zwischen den beiden Bildern links und rechts werden nach Augenmaß durch eine in der vorderen Ecke rechts des Deckels angebrachte Stellschraube ausgeglichen, auf der der rechte Bildhalter aufruht.

[1]) Für die stereoskopische Betrachtung von Röntgenbildern, die das hier angegebene Maß sowohl in bezug auf Plattengroße als auch in bezug auf deren Abstand vom Auge weit überschreiten, kommt man auch mit dem oben angegebenen Bildhalter aus Aluminium nicht aus. Es empfiehlt sich in solchen Fällen die Anfertigung eines geeigneten Holzgerüstes mit Vorrichtungen zur Aufstellung der beiden Platten, auf das dann das Mittelstück unseres Spiegelstereoskops in der Hohe verstellbar aufgesetzt wird

Im Innern ist der Kasten in drei Fächer geteilt. Das mittlere, schmale dient zur Aufnahme des Mittelstückes. Rechts und links daneben befinden sich die Behälter für die Bilder. Die Bildhalter werden auf der Innenseite des Deckels untergebracht.

Eine Kollektion stereo-photogrammetrischer Aufnahmen (Papierbilder, jedes Bild auf steifem Karton aufgezogen) wird dem Apparat beigegeben.

Zum Schluß endlich noch ein paar Worte über

### 9. Die steroskopische Betrachtung von Aufnahmen mit beliebig gerichteten horizontalen Achsen.

In der Stereo-Photogrammetrie arbeitete man bisher fast ausschließlich mit unter sich parallelen und normal zur Standlinie gerichteten Achsen. Für diesen Fall erhält man in unserem Spiegelstereoskop genau den gleichen Eindruck, wie wenn man mit einem Augenabstande gleich der Standlinie von den Standorten der Aufnahmen aus direkt in die Landschaft schauen würde. Bei dieser Art der Betrachtung ist also die bekannte Wheatstonesche Forderung, daß die Beobachtung unter den gleichen Bedingungen wie bei der Aufnahme erfolgen müsse, in aller Strenge erfüllt. Neuerdings aber werden in der Stereo-Photogrammetrie auch solche Aufnahmen unter dem Stereo-Komparator mit Erfolg verarbeitet[1]), die mit beliebig gerichteten horizontalen Achsen aufgenommen sind, sei es, daß die optischen Achsen auf einen beliebig im Terrain gelegenen Punkt gerichtet sind, oder daß sie, unter sich parallel, nach links oder nach rechts verschwenkt sind.

Hierbei können wir unmöglich, ohne den Apparat zu einem äußerst komplizierten zu machen, die Wheatstonesche Forderung erfüllen. Wohin sollte es auch führen, wenn man z. B. verlangen wollte, daß man bei den um 30° nach rechts oder nach links verschwenkten Achsen den Kopf geradeaus hält und in dieser Kopfhaltung die seitlich gelegenen Bilder betrachtet!

Wir behandeln in unserem Stereoskop alle diese Aufnahmen genau so wie die Aufnahmen für den Normalfall und rücken nur bei Aufnahmen mit konvergent gerichteten Achsen die Bilder ein wenig nach vorwärts, die Spiegelbilder also ein wenig nach innen, um auch die hinter dem Konvergenzpunkte der Achsen gelegenen Teile des Raumbildes noch bequem stereoskopisch überschauen zu können. Wenn hierbei auch in einzelnen Fällen eine Deformation des Raumbildes eintritt, so können wir doch diesem Umstande keine praktische Bedeutung beilegen. Denn einmal ist zu beachten, daß jedesmal derselbe Gegenstand, von einem anderen Standort aus gesehen, auch anders aussieht und zweitens kennen wir aus dem Verlauf der Kurven gleicher Parallaxe die Art der Deformation mehr als ausreichend, um uns von ihr in jedem einzelnen Falle ein deutliches Bild machen zu können. Wir wollen uns daher damit begnügen, daß man in unserem Spiegelstereoskop die mit beliebig gerichteten Achsen aufgenommenen Bilder überhaupt

[1] Siehe C. Pulfrich, Über die Konstruktion der Lage und der Höhe eines Punktes nach stereo-photogrammetrischen Aufnahmen mit gleichmäßig nach links oder rechts verschwenkten horizontalen Achsen. „Zeitschrift für Instrumentenkunde", 32, S. 261 und 281, 1912

stereoskopisch betrachten kann und uns mit der Tatsache beruhigen, daß man im Stereo-Komparator in allen Teilen des Plattenpaares sogar senkrecht auf die Bilder herabschaut und doch einwandfreie Messungsresultate erhält.

## Beiträge zur Spiegelphotogrammetrie.

Von Ing. Prof. Karl Zaar in Brünn.

Die nachstehenden Mitteilungen bilden die Fortsetzung, beziehungsweise Ergänzung der im „Internationales Archiv für Photogrammetrie", Bd. III, Heft 2, enthaltenen Studie des Verfassers über „Spiegelphotographien und ihre Auswertung zu Messungszwecken"[1]). In dieser wurde vorausgesetzt, daß sowohl die Bildebene der Aufnahmskamera als auch der Planspiegel, welcher zur Spiegelbilderzeugung herangezogen wird, vertikal stehen. Von den zwei betrachteten Fällen: 1. „Getrennte Aufnahme von Objekt und Spiegelbild" und 2. „Gleichzeitige Aufnahme derselben" wurde der letztere als besonders verwertungsfähig erkannt. Dieser Aufnahmsfall wird auch den nun folgenden Betrachtungen zugrunde gelegt.

Bezeichnet man — in Übereinstimmung mit der obgenannten Abhandlung — den Winkel, welchen die optische Achse des Objektives mit der Spiegelebene einschließt, mit $\beta$, so drängt sich die noch nicht beantwortete Frage auf, wie groß dieser Winkel zu wählen ist, vorausgesetzt, daß seine Größe nicht etwa von vorhinein an einen bestimmten Wert gebunden ist. Berücksichtigt man, daß das in Rede stehende Messungsverfahren besonders für die graphische Durchführung geeignet ist, so wird es am vorteilhaftesten sein, das zu vermessende Objekt gegenüber Spiegel und Kamera so zur Aufstellung zu bringen, daß die einzelnen Objektspunkte nach dem im Sinne der Spiegelphotogrammetrie entsprechend modifizierten Verfahren der Intersektion durch möglichst günstige Schnitte erhalten werden. Greift man aus dem Objekt einen charakteristischen Punkt heraus, so wird hiernach sein Grundriß im günstigsten, also rechtwinkligen Schnitt dann erhalten werden, wenn er in der Horizontebene auf dem durch die Zentren der Objektive der Aufnahms- und Spiegelbildkamera gehenden Kreis gelegen ist. Dieser Objektivabstand, der Durchmesser des Kreises, ist bekanntlich der doppelten Entfernung des Aufnahmsobjektives von der Spiegelebene gleich. Zieht man weiters in Betracht, daß Objekt und Spiegelbild innerhalb des Bildwinkels $w$ des Aufnahmsobjektives liegen müssen, so ergibt sich der Kreisbogen als der geometrische Ort aller Punkte, welche den vorgenannten Bedingungen entsprechen, ausgedrückt durch den Zentriwinkel $x$, mit $\sphericalangle x = \sphericalangle w \pm (90^\circ - 2 \sphericalangle \beta)$ für $\sphericalangle \beta \lessgtr 45^\circ$. Dem Größtwert $x$ entspricht ein Winkel

[1]) Die vorstehende Abhandlung, sowie die ihr vorangegangene obenzitierte über „Spiegelphotographien etc." bildeten im wesentlichen den Inhalt des am 22. November 1912 in Wien in der Monatsversammlung der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie vom Verfasser gehaltenen Vortrages über „Spiegelphotogrammetrie".

$\beta = 45^0$. Bei diesem Winkel hat man sonach für den geeignetsten Aufstellungsort des Punktes, beziehungsweise des Objektes, dem derselbe angehört, den größten Spielraum zur Verfügung. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, bei Annahme eines zur optischen Achse geneigten Spiegels von dem $\sphericalangle \beta = 45^0$ ohne besonderen Grund nicht abzugehen. Die vorgenannten Erwägungen weisen den Weg zur einfachen Herstellung eines Graphikons, aus welchem sich für ein Objektiv gegebener Brennweite, ferner für ein bestimmtes Bildformat und die hiedurch bedingten Bildwinkel für verschiedene Objektsentfernungen die Lage des günstigsten Aufstellungsortes des zu vermessenden Objektes leicht entnehmen läßt. Ein derartiges Graphikon leistet — wie der Verfasser auf Grund seiner einschlägigen praktischen Arbeiten versichern kann — treffliche Dienste.

Die Spezialisierung $\sphericalangle \beta = 0^0$, d. h. Spiegelebene parallel zur optischen Achse, liegt im allgemeinen den Aufnahmen zugrunde, bei welchen der natürliche Wasserspiegel als reflektierende Fläche verwertet wird. Während jedoch bei diesen die Reflexionsebene relativ große Dimensionen besitzt, müssen wir in unserem Falle, bei Verwendung vertikaler, also künstlicher Spiegel mit den kleinen Abmessungen derselben rechnen. Die Grundrißfigur 1 illustriert den genannten Spezialfall.

Ein Raumpunkt $P$ und sein Spiegelbild $P_s$ werden in $p$ und $p_s$ von $C$ aus abgebildet. Die in $C'$ — bei einer Basaldistanz $CC' = 2e$ — gedachte Spiegelbildkamera würde den Punkt $P$ in $p'$ mit einer Abszisse $x_s' = -x_s$ und gleichbleibender Ordinate $y_s' = y_s$ wiedergeben, wodurch, der Zusammenhang dieser Spiegelbildaufnahmen mit jenen aus zwei Standpunkten einer Grundlinie gegeben ist. Beachtenswert ist der Umstand, daß $TT'$ in einer Ebene liegen, daß sonach hier der Forderung der Stereophotogrammetrie entsprochen wird. Die Ausmessung derartiger Spiegelphotographien kann also nach ihren Grundsätzen und mit ihren Hilfsmitteln vorgenommen werden. Da unserer Voraussetzung gemäß Objekt und Spiegelbild auf einer Platte vorliegen, so wird ein aus dem erhaltenen Negativ gewonnenes Diapositiv das zu jenem Bilde zugehörige stereoskopische Halbbild liefern. Die in Fig. 1 ersichtliche Zuordnung der Teilbilder läßt erkennen, daß sowohl das Original als auch dessen Spiegelbild im Stereoskop plastisch erscheinen müssen. Es kann sonach eine doppelte Ausmessung dieser Raumbilder, die einem einzigen Objekt angehören, bewerkstelligt werden[1].

Der schraffierte Keil mit der Spitze in $O$ bedeutet den Raum, inner-

[1]) Der Eigentümlichkeit des besprochenen Sonderfalles wurde bereits in meiner erstzitierten Arbeit („Internationales Archiv für Photogrammetrie", Bd. III, Heft 2, S. 10), Fußnote 1) Erwähnung getan und daran erinnert, daß Dr. C. Pulfrich schon im Jahre 1905 („Zeitschrift für Instrumentenkunde". XXV, S 95) die stereo-photogrammetrische Vermessung von Spiegelbildern ins Auge gefaßt hat.

Dr. Pulfrich hatte die Freundlichkeit, mich auf einen in den „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie", 40. Jahrg., 1912, Heft 11, erschienenen Aufsatz Dr. O Baschins aufmerksam zu machen, in welchem die Herstellung von Spiegelbildaufnahmen auf Expeditionen besonders in Polargegenden zwecks stereo-photogrammetrischer Verwertung in Vorschlag gebracht wird (Dr. Pulfrich schwebte seinerzeit die Vermessung der Fjorde in Norwegen, welche sich durch einen außerordentlich ruhigen Wasserspiegel aus-

halb welchen sich das Objekt befinden muß, wenn es gleichzeitig mit seinem Spiegelbild auf der photographischen Platte zur Abbildung kommen soll. Die Strecke $u$, von welcher an der nutzbare Objektsbereich beginnt, ist gegeben durch: $u = e \operatorname{cotg} \frac{w}{2}$, wenn $w$ den dem Bildformat und der Bildweite $b$ entsprechenden, auf den Horizont reduzierten Bildwinkel bezeichnet. Führt man

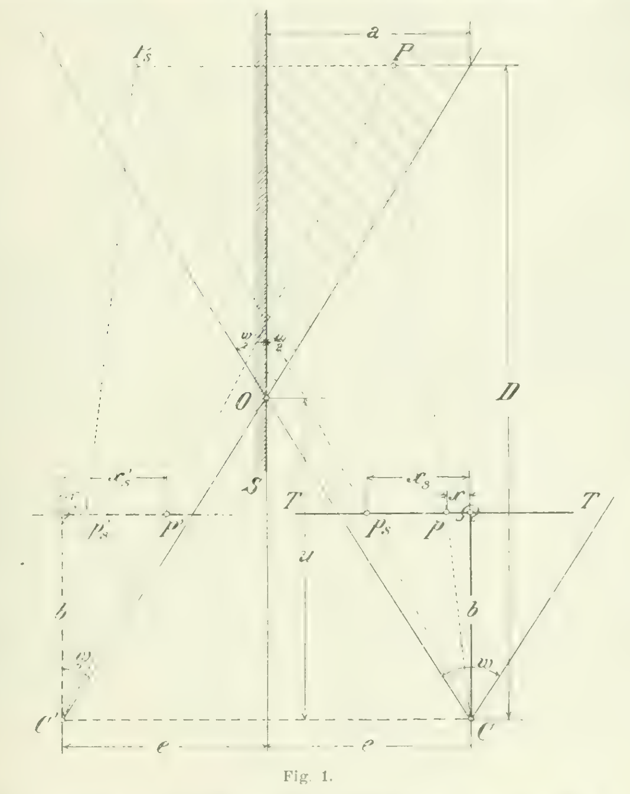



Fig. 1.

$l$ als die nutzbare horizontale Plattenabmessung ein, so ist: $\operatorname{cotg} \frac{w}{2} = \frac{2b}{l}$ somit $u = \frac{2e}{l} \cdot b = k \cdot b$.

zeichnen, vor.) — Es sei ferner an dieser Stelle auf das schöne stereoskopische Spiegelbild Nr. 24 der Zeiß-Stereoskopbilder (Prospekt Meß 124) hingewiesen. Da bei diesen, zur Erzielung des stereoskopischen Effektes die Originalteilbilder um 90° gedreht sind, kommt der Wasserspiegel als vertikale spiegelnde Fläche zur Anschauung, wodurch das Bild hier, wo vertikale reflektierende Ebenen vorausgesetzt werden, sehr illustrativ wirkt.

Die Gegenstandsweite $D$ muß größer sein als dieser Wert $u$; überdies muß der Normalabstand der äußersten Objektspunkte vom Spiegel kleiner sein als $a$, wobei $a = (D - u)\,\text{tg}\,\frac{w}{2} = \frac{e\,(D - u)}{u} = \frac{D\,.\,l}{2\,b} - e$. — Die vorstehenden, für einen Punkt abgeleiteten Formeln bieten einen Anhaltspunkt für die entsprechende Aufstellung eines Objektes. Man erkennt, daß der in Betracht kommende Objektsraum sehr beschränkt ist und daß die eine Hälfte der photographischen Platte meist gar nicht ausgenützt wird. Demgegenüber besitzt aber die in Rede stehende Aufnahmsordnung neben der Möglichkeit einer stereo-photogrammetrischen Auswertung der erhaltenen Bilder auch noch den nicht gering anzuschlagenden Vorteil, daß dem Objekt und seinem Spiegelbilde die gleiche Einstellungsdistanz und somit auch gleiche Abbildungsschärfe zukommt; denn identische Punkte liegen in einer zur Bildebene parallelen Ebene, der Ebene gleicher Parallaxe. Die letztgenannte Eigenschaft ist in unserem Falle, wo es sich doch in der Regel um Nahaufnahmen handelt, besonders hoch zu bewerten.

Günstigere Verhältnisse ergeben sich in konsequenter Verfolgung des leitenden Grundgedankens nun in der Weise, daß man das aufzunehmende Objekt zwischen zwei vertikale, zur optischen Achse des Objektives parallele Spiegel stellt. Hiedurch wird unter anderem eine volle Ausnützung der photographischen Platte sowie eine künstliche Vergrößerung der ideellen Basaldistanz erzielt. Wir wollen zunächst die beschränkende Annahme machen, daß sich das Objekt oder wenigstens die charakteristischen Objektspunkte in beiden Spiegeln gleichzeitig spiegeln.

In Fig. 2 bedeuten $C$ das Zentrum des Aufnahmsobjektives, $C'$ und $C''$ jene der Objektive der Spiegelbildkameras. Besitzt $C$ von den beiden Spiegeln $S_1$ und $S_2$ die bezüglichen Entfernungen $e_1$ und $e_2$, so beträgt die ideelle Lateraldistanz $C'C'' = 2\,(e_1 + e_2) = 2\,e$. In $O$ beginnt der nutzbare, in der Figur schraffierte Objektsbereich. Führt man wie früher $\text{cotg}\,\frac{w}{2} = \frac{2\,b}{l}$ ein (wobei $w$ der Bildwinkel, $b$ die Bildweite und $l$ die nutzbare horizontale Plattenabmessung bedeuten), bedient man sich ferner der praktischen und bequemen Abbildungsgleichungen in bezug auf die Hauptpunkte: Objektsweite $D = (M + 1)\,f$; Bildweite $b = \frac{D}{M}$ ($f$ die Brennweite des Objektives, $M$ die Reduktionszahl $= \frac{\text{Objektsgröße}}{\text{Bildgröße}}$, so ergibt sich:

$$u = e\,\text{cotg}\,\frac{w}{2} = \frac{2\,e}{l}\,.\,b = k_1\,b;\ \text{hieraus}\ e = \frac{l\,u}{2\,b}.$$

Betrachtet man $u$ als Gegenstandsweite eines in $O$ befindlichen Objektes, so ist

$$e = \frac{M\,.\,l}{2}.$$

Fig. 2 liefert ferner:

$$U_1 = (a - e_1)\,\text{cotg}\,\frac{w}{2},\ U_2 = (a - e_2)\,\text{cotg}\,\frac{w}{2}.$$

Wählt man $e_1 = e_2$, d. h. stellt man $C$, was naheliegend ist, in die Mitte zwischen beide Spiegel, so wird $U_1 = U_2$ zu $U$. Seine Größe ergibt sich aus

$$U = \frac{U_1 + U_2}{2} = \frac{3\,e}{2} \operatorname{cotg} \frac{w}{2} = \frac{3\,e}{l} \cdot b = k_2\, b;$$

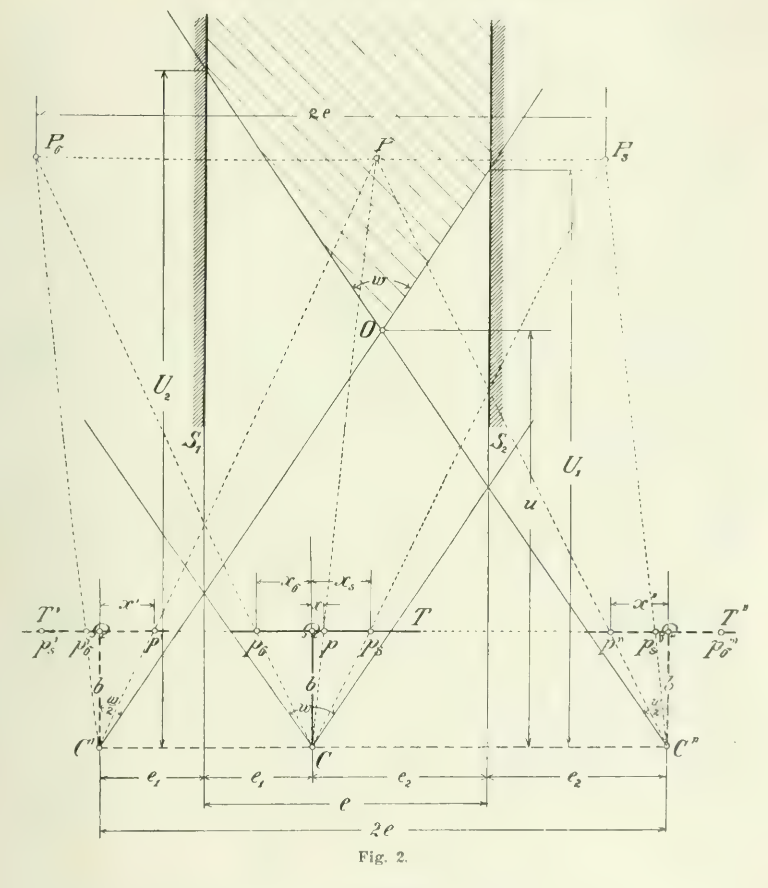



Fig. 2.

$$\text{hieraus } e = \frac{2\,U \operatorname{tg} \frac{w}{2}}{3} = \frac{U\,l}{3\,b}.$$

Identifiziert man $U$ mit der Gegenstandsweite, so ist: $e = \frac{M\,l}{3}$.

Da $U$ jenen Abstand bedeutet, welchen ein Objektspunkt von $C$ aus

gerechnet besitzen muß, damit er mit seinen beiden Spiegelbildern auf der photographischen Platte zur Abbildung gelange, da ferner ein Hinausrücken über das Maß $U$ nebst einer Verkleinerung der Objektsbilder auch noch die Wiedergabe weiterer, überflüssiger Spiegelbilder auf der Platte zur Folge hat, so wird man jene Entfernung bei gegebenem $e$ als die günstigste bezeichnen. Hiemit ist auch die Gleichsetzung von $U$ und der Gegenstandsweite in der letzten Formel gerechtfertigt. Die zur photographischen Abbildung von in dieser Entfernung zwischen den beiden Spiegeln situierten Objektspunkten notwendige Spiegelbreite $\lambda = e \operatorname{cotg} \frac{w}{2} = u = \frac{2e}{l} \cdot b = \frac{2}{3} U$. Bei rechteckigem Spiegel muß dessen Höhe mindestens der des aufzunehmenden Objektes gleichkommen. Der Normalabstand der durch die objektivseitigen Spiegelkanten gelegten Ebene von $C$ beträgt $\frac{U}{2}$. Ist die Breite des Objektes kleiner als $e$, so reduziert sich die Spiegelbreite entsprechend. Da $U$, die Gegenstandsweite, mit Rücksicht auf die Brennweite des Objektives und auf das Bildformat der Kamera bei einem Objekt bestimmter Größe meist als gegeben anzusehen ist, so wird es sich in der Regel um die Ermittlung der erforderlichen Spiegelentfernung $e$ im Sinne der vorstehenden Formeln handeln. Ein auf letztere gegründetes Graphikon wird auch hier mit großem Vorteil zu verwenden sein. Auf der Abszissenachse trägt man zweckmäßig die $U$-Werte als Ordinaten die bezüglichen $e$-Werte (und zwar $e_1$ für das meist zu verwendende Querformat, $e_h$ für das Hochformat) sowie gleichzeitig die zugehörigen $\lambda$-Werte auf. Die $e$- und $\lambda$-Linien sind Gerade.

Wenn wir auch an den bei der vorliegenden Aufnahmsanordnung erhaltenen Bildern Betrachtungen über das Zustandekommen eines stereoskopischen Effektes anstellen wollen, so müssen neben dem gewonnenen Negativ auch hier wieder (Glas- oder Papier-) Kopien desselben zur Schaffung von zugeordneten Teilbildern herangezogen werden. In Fig. 2 läßt sich das Entstehen von räumlich wirkenden Bildern bei der Betrachtung im Stereoskop an dem Punkt $P$ verfolgen. Versinnbildlichen wir das in der Ebene T vorliegende Bild des Punktes (beziehungsweise eines Objektes, zu welchem der Punkt gehört) durch „$P$", das Spiegelbild dieser Photographie durch „ꟼ", so sind die Möglichkeiten des Entstehens eines stereoskopischen Effektes aus folgendem Schema zu entnehmen[1]):

| Zuordnung | Links | Rechts | Lateraldistanz |
|---|---|---|---|
| I | ꟼ | $P$ | $2e_1$ |
| II | $P$ | ꟼ | $2e_2$ |
| III | ꟼ | ꟼ | $2(e_1 + e_2) = 2e$ |

I und II entsprechen jener Zuordnung, wie wir sie bereits bei Heranziehung nur eines Spiegels besprochen haben: Objekt und Spiegelbild (und

[1]) Von der Zuordnung der Bilder nach dem Schema „$P$" „$P$", bei einer Basis $2e$ kann, da hiebei nur eines der Spiegelbilder (und nicht das Original) zur stereoskopischen Wirkung gelangt, abgesehen werden.

zwar das linke, beziehungsweise rechte allein) gelangen zur plastischen Wirkung; die außen gelegenen Spiegelbilder sind hiebei unbeteiligt. III. welche Zuordnung man sich durch zwei identische Glasdiapositive mit der Schichtseite unten verschaffen kann, läßt erkennen, daß die inneren Spiegelbilder zur stereoskopischen Wirkung gelangen und das Originalobjekt vortäuschen. Die auf den Platten vorliegenden Abbildungen des letzteren erscheinen, weil identisch abgebildet, flächenhaft, während die außen gelegenen Spiegelbilder wieder unbeteiligt sind.

Durch die vorstehenden Betrachtungen ist auch die Verwertung im Sinne der Stereo-Photogrammetrie angedeutet. Im Falle III erscheint die Basis künstlich auf $2e$ vergrößert.

Die nach vorliegender Methode gewonnenen Spiegelphotographien weisen zwei beachtenswerte Eigentümlichkeiten auf (siehe Fig. 2): 1. Die Verbindungsstrecke zweier identischer Spiegelbildpunkte, deren Ordinaten stets gleich jener des Bildes des zugehörigen Originalpunktes sind, ist immer die Abbildung einer Raumstrecke von konstanter Größe; denn die Originalspiegelbilder besitzen stets eine gegenseitige Entfernung gleich dem doppelten Spiegelabstand. 2. Durch jene Verbindungsstrecke ist gleichzeitig die Größe der Parallaxe des aus den ideellen Aufnahmsstandpunkten $C'$ und $C''$ aufgenommenen zugehörigen Originalpunktes gegeben. Die Parallaxe des Punktes $P$ z. B. ist durch $x' - (-x'') = x_\sigma - x_s = p_\sigma p_s$ bestimmt.

Bei Verzicht auf eine besondere Genauigkeit kann eine Ausmessung der vorliegenden Bilder auch ohne Zuhilfenahme des im Stereoskop räumlich gesehenen Objektes vorgenommen werden. Die Parallaxwerte sind mit Rücksicht darauf, daß es sich hier bei relativ großer Basis um Nahaufnahmen handelt, entsprechend groß und somit — allenfalls mit Benützung einer Lupe — direkt meßbar. Die zu grunde liegenden Verhältnisse kommen aber auch der graphischen Durchführung der Messungsarbeit sehr zu statten. Überdies liegt in Anbetracht der oben erwähnten Bildeigentümlichkeiten der Gedanke nahe, für die nach der in Rede stehenden Methode gewonnenen Spiegelphotographien mechanische Auftragapparate zu konstruieren [1]).

Die Spezialisierung $\sphericalangle \beta = O^0$ weist also, wie aus den vorstehenden Betrachtungen entnommen werden konnte, bei Nahaufnahmen, für welche das Spiegelverfahren in erster Linie in Betracht kommt, gegenüber anderen Winkelbemessungen (z. B. $\beta = 45^0$) eine Reihe von Vorzügen auf. Hiebei wird sich die gleichzeitige Verwendung zweier paralleler Spiegel am meisten empfehlen, da eine Ausmessung auch noch dann vorgenommen werden kann, wenn sich Objektspunkte nur einseitig spiegeln. Neben der Forderung, daß die verwendeten Spiegel vollkommen eben seien, muß auch an dieser, daß sie nämlich nur oberflächlich spiegeln, mit aller Strenge festgehalten werden. Gewöhnliche Glasspiegel sind wegen der bei ihnen auftretenden — hier sehr störenden — mehrfachen Spiegelung gänzlich unbrauchbar.

[1]) In der am 22. November 1912 stattgefundenen Monatsversammlung der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie legte der Verfasser Skizzen zweier einschlägiger Auftragsapparate vor. Weitere hierüber angestellte Studien führten zu Modifikationen derselben. Der Verfasser behält sich vor, über diese Apparate gelegentlich zu berichten.

Über die praktische Verwendung des Spiegelverfahrens wurde bereits in der erstzitierten Studie gesprochen.

Als typisches Beispiel der Verwertungsmöglichkeit des geschilderten Verfahrens möge auf die in Fig. 3 wiedergegebene Simultanaufnahme eines Funkens und seiner beiden Spiegelbilder hingewiesen werden.

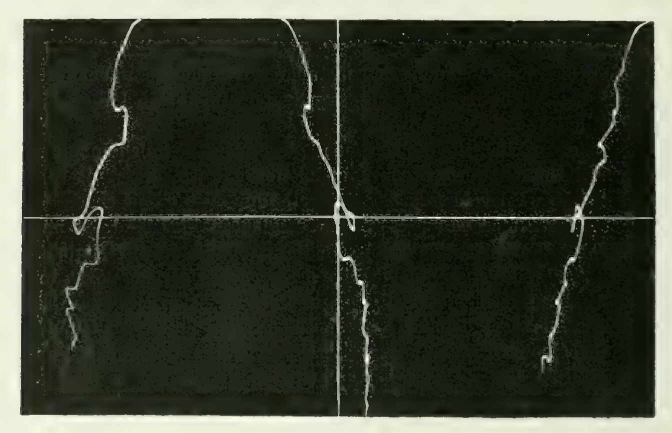


Fig. 3.

Schließlich darf der Hoffnung Ausdruck gegeben werden, daß das noch wenig gepflegte Gebiet der photographischen Ausmessung von aus der Nähe aufgenommenen Objekten durch die Spiegelphotogrammetrie unter Zuhilfenahme künstlicher Spiegel eine wesentliche Förderung erfahren dürfte.

## Punktbestimmung mit n-facher Basis und n-facher Parallaxe.

Von Karl Fuchs in Preßburg.

Das Militär-geographische Institut in Wien hat sich entschlossen, bei den photogrammetrischen Terrainaufnahmen außer dem Normalfall auch den nächstallgemeinen Fall zuzulassen: die Platten brauchen nicht in einer Ebene zu liegen, sie müssen nur parallel sein. In diesem Falle wollen wir unter der Basis $B$ den Abstand der beiden Kammerachsen verstehen und sagen, die linke Kammer sei um eine Strecke $A$ aus der Basis gerückt, habe also eine Ausrückung $A$. Die Hypotenuse der so geknickten Basis $AB$, also der Abstand der beiden Standpunkte $M_1$ $M_2$ ist die Basis in gebräuchlichstem Sinne. Wir wollen diese Hypotenuse die Basis $C$ nennen. Der Winkel $\Theta$, den die Strecke $C$ mit der Strecke $B$ einschließt, ist der Verschwenkungswinkel der Aufstellung. Die verlängerte Basis $B$ ist die Grund-

linie $HH$ der Aufstellung, und der Abstand eines Objektpunktes $P$ von dieser Grundlinie hieße $u$. Es gilt dann:

$$u = \frac{f B + x A}{a}$$

wo $f$ die Bildweite der Kammer und $a$ die Parallaxe ist.

Aus der Gleichung (1) ersehen wir, daß wir denselben Abstand $u$ erhalten, wenn wir mit der n-fachen Basis und der n-fachen Parallaxe arbeiten, denn wir können Gleichung (1) auch so schreiben:

$$u = \frac{f . n B + x . n A}{n a}.$$

Aus der Abb. 1 ersehen wir mit Bedauern, daß es verfehlt wäre, den Eckpunkt $M_0$ der Aufstellung festzuhalten und von ihm aus die n-fachen Strecken $A$ und $B$ aufzutragen. Der erhaltene Schnittpunkt läge dann wohl im richtigen Abstand $u$, aber nicht am richtigen Orte. Das n-fache Basendreieck $A'B'C'$, das den richtigen Schnittpunkt $P$ gibt, ist gegen das einfache Basendreieck $ABC$ längs der Grundlinie $HH$ um eine Strecke $M_0 M_0'$ verschoben und diese Strecke ist leider veränderlich, denn sie hängt von der Richtung des Strahles $R_1$ ab. Daraus ist ersichtlich, daß ein graphisches Verfahren auf Grund n-facher Basis umständlich und darum unpraktisch wäre.

Wohl aber läßt sich auf die n-fache Basis ein sehr einfaches mechanisches Verfahren gründen, indem die Zielstrahlen $R_1 R_2'$ als Lineale erscheinen, die man — und darin liegt ein großer Vorteil — unmittelbar mit dem Komparator kuppeln kann. Dieses Verfahren soll beschrieben werden.

Die Abb. 2 zeigt das Schiffchen. Wir haben eine rechteckige Metallplatte $F$, die wir auf dem Zeichenbrett verschieben können, und zwar auch unter den Rayonlinealen $R_1 R_2'$, da diese das Brett nicht berühren. Damit diese Bodenplatte $F$ immer der Grundlinie $HH$ parallel bleibe, verschieben wir sie mittels einer Schiene $LL$, die über das ganze Zeichenblatt geht und längs der die Platte gleiten kann wie ein Schiff auf dem Wasser. Die Platte $F$ des Schiffchens trägt einen Kamm $K$, der genau die Länge und Richtung der Basis $C'$ hat und in zwei senkrechten Schneiden $S_1 S_2$ endet. Der Kamm besteht aus zwei Metallblättern, die gegen einander verschoben werden können und deren eines an der Platte $F$ befestigt ist. Man achtet darauf, daß die Schneide $S_2$ den Abstand $A$ von der Unterkante $E$ der Bodenplatte $F$ habe. Es hängt das damit zusammen, daß in Abb. 1 die verlängerte Seite $B'$ des Basendreieckes $A'B'C'$ den Abstand $A$ vom Standpunkt $M_1$ hat.

Die Arbeit mit dem Schiffchen läßt sich so erläutern. Den Schnittpunkt $P$ in Abb. 1 denken wir uns als gegeben und fix. Den beiden Rayonlinealen $R_1 R_2'$ geben wir die Richtungen, wie sie der gegebenen Abszisse $x$ und der n-fachen Parallaxe entsprechen. Darauf führen wir mittels der Schiene $LL$ das Schiffchen von unten nach oben in die Gabel der Lineale $R_1 R_2'$, bis die Schneiden $S_1 S_2$ die beiden Rayonlineale berühren. Die Hand fühlt den Stoß der Berührung außerordentlich fein. In dem Augenblick ist

aber auch der Punkt $M_1$ der Abb. 1 schon bestimmt, denn der Punkt $Q$, wo das Rayonlineal $R_1$ die Unterkante $E$ der Bodenplatte des Schiffchens schneidet, ist eben der gesuchte Punkt $M_1$ und kann markiert werden. Eine Punktbestimmung ist also erfolgt; wir haben allerdings nicht zu einem gegebenen Punkte $M_1$ auf dem Zielstrahle $R$ den entsprechenden Zielpunkt $P$,

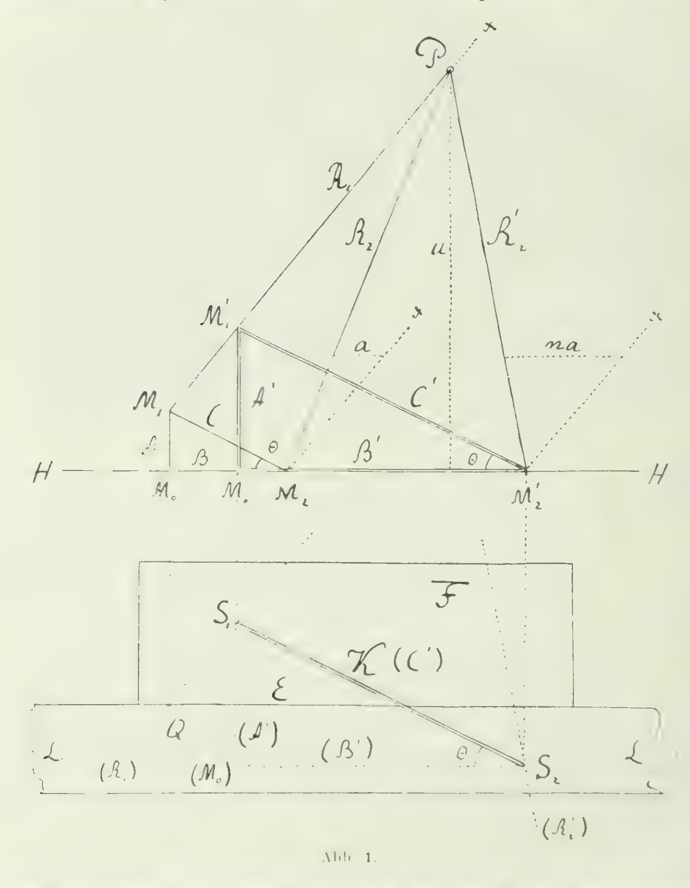


Abb. 1.

sondern umgekehrt zu einem gegebenen Zielpunkt $P$ den entsprechenden Punkt $M_1$ bestimmt. Die Punkte $P$ und $M_1$ haben also die Rollen vertauscht.

Nun gehen wir an eine zweite Punktbestimmung. Der Achsenpunkt $P$ bleibt fix, den Rayonlinealen aber geben wir die Richtungen, die einem neuen Zielpunkte entsprechen. Wir führen wieder das Schiffchen ein und

gewinnen einen neuen Punkt $Q$, den wir markieren. Wenn wir so fortfahren dann geben die vielen Punkte $Q$ auf dem Zeichenblatte eben das Kartenbild, das wir konstruieren wollen, aber verkehrt. Für einen Mann, der uns gegenüber sitzt, ist es also ein aufrechtes Bild. Der fixe Punkt $P$ erscheint in diesem Bilde als Standpunkt $M_1$ der Aufnahme.

Jetzt haben wir den ganzen Apparat in der Hand. Wo auf dem Zeichenbrette der Standpunkt $M_1$ sein soll, dort bringen wir eine fixe Achse an, an

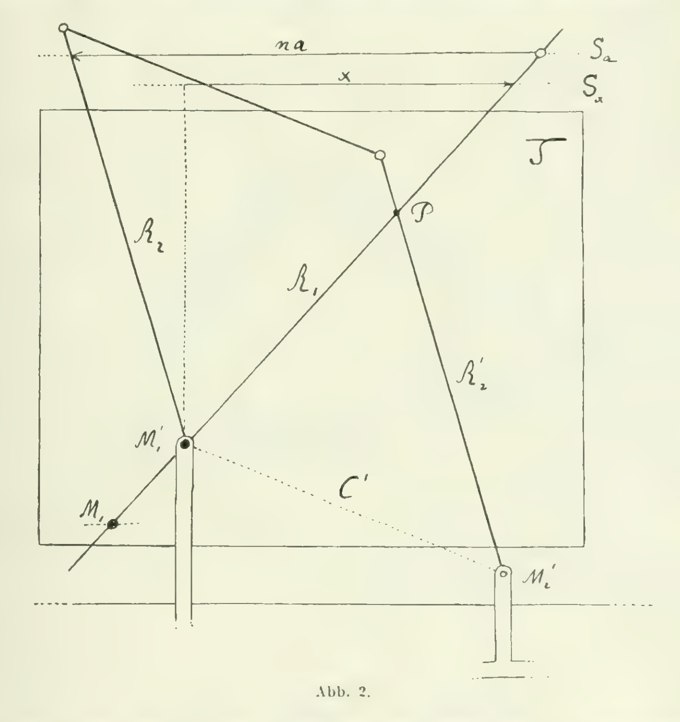



Abb. 2.

der sich zwei Hebel $R_1$ und $R_2$ kreuzen. Den einen Hebel $R_1$ kuppeln wir mit dem Hauptschlitten des Komparators, wie das auch im Orelschen Apparat geschieht. Den zweiten Hebel $R_2$ kuppeln wir mit dem Nebenschlitten des Komparators. Um aber nicht die einfache, sonderen die n-fache Parallaxe zum Ausdruck zu bringen, verwenden wir eine Parallaxenschraube mit zwei Gewinden. Das eine Gewinde verschiebt den Nebenschlitten; das andere Gewinde aber mit n-facher Ganghöhe regiert der Hebel $R_2$.

Einige Punkte müssen noch berührt werden. Die Objektpunkte vom kleinen Abstand $u$ haben eine so große Parallaxe $a$, daß der Apparat für die $n$-fache Parallaxe $n\,a$ nicht genug Spielraum hat. In diesem Falle muß

man mit einem kleineren, etwa halb so großen $n$ arbeiten, d. h. man braucht ein Schiffchen mit nur halb so großem Kamm.

Eine Unvollkommenheit des Apparates liegt darin, daß der Maßstab der Karte von der Länge des Kammes $K$ abhängt. Darum ist es gut, mit möglichst großen $n$ zu arbeiten, also mit möglichst langem Kamm, da man dessen Länge perzentuell viel genauer regeln kann.

Wenn wir den Apparat nicht mit dem Komparator kuppeln wollen, dann müssen die beiden Hebel $R_1 R_2$ auf Grund der Zahlenangaben $x$ und $n a$ eingestellt werden. Der Hebel $R_1$ wird in gewöhnlicher Weise mittels einer $x$-Skala $S_x$ eingestellt, die am Zeichenbrett oben parallel der Grundlinie $H H$ gezeichnet ist. Der Hebel $R_1$ nimmt aber dabei eine zweite Skala $S_a$ mit, die in einer Führung der Skala $S_x$ parallel liegt. Diese Skala $S_a$ gibt die $n$-fachen Parallaxen $n a$, so daß auch der Hebel $R_2$ unmittelbar eingestellt werden kann. Sobald das geschehen ist, führt man das Schiffchen ein und markiert.

Endlich sei darauf hingewiesen, wie man mit $n$-facher Basis auch ohne Schiffchen arbeiten kann. Die Achse der Hebel $R_1 R_2$ geben wir an einen fixen Punkt, der dem Punkte $M_1'$ der Abb. 1 entspricht. Ein dritter Hebel $R_2'$ hat seine Achse in einem fixen Punkt, der dem Punkte $M_2'$ in Abb. 1 entspricht und die beiden Hebel $R_2 R_2'$ sind parallel gekuppelt. So sind die Punkte $M_1' M_2'$ fix, aber das Zeichenblatt ist beweglich. Es befindet sich auf einem Tisch $T$, der auf Rädern nach rechts und nach links weichen kann. Dieser Tisch ist mit dem Rayon $R_1$ gekuppelt, und zwar in dem Punkt, der dem Standpunkte $M_1$ entsprechen soll. Mit diesem Apparat ist die Arbeit überaus einfach: Man stellt die Hebel $R_1$ und $R_2$ auf $x$ und $n a$ ein und markiert ohne weiters den gesuchten Punkt: es ist das der Schnittpunkt $P$ der Lineale $R_1$ und $R_2'$.

Auf den ersten Anblick ist diese Konstruktion mit dem beweglichen Tisch bestrickend; das Schiffchenverfahren wird sich aber wahrscheinlich besser bewähren. Der Schwierigkeit, die Länge des Kammes genau zu treffen, entspricht die Schwierigkeit, den Abstand $M_1' M_2'$ genau zu treffen.

## Graphische Punktkonstruktion.

Von Karl Fuchs in Preßburg.

Dr. C. Pulfrich bietet in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" eine Arbeit:

Über die Konstruktion der Lage und der Höhe eines Punktes nach stereo-photogrammetrischen Aufnahmen mit gleichmäßig nach links oder rechts verschwenkten horizontalen Achsen.

Pulfrich gedenkt dabei auch meiner älteren Arbeiten über denselben Gegenstand, so weit sie ihm bekannt sind, und beschreibt einen Apparat,

der der Punktkonstruktion dient. Ich vermute, daß die Punktkonstruktion mittels des Reziprokendreiecks (K. Fuchs, Das Reziprokendreieck, „Zeitschrift für Vermessungswesen", 1907, Heft 5) gegenüber der Pulfrichschen Konstruktion manchen Vorteil bietet. Das Dreieck soll hier in einer handlicheren Form beschrieben werden.

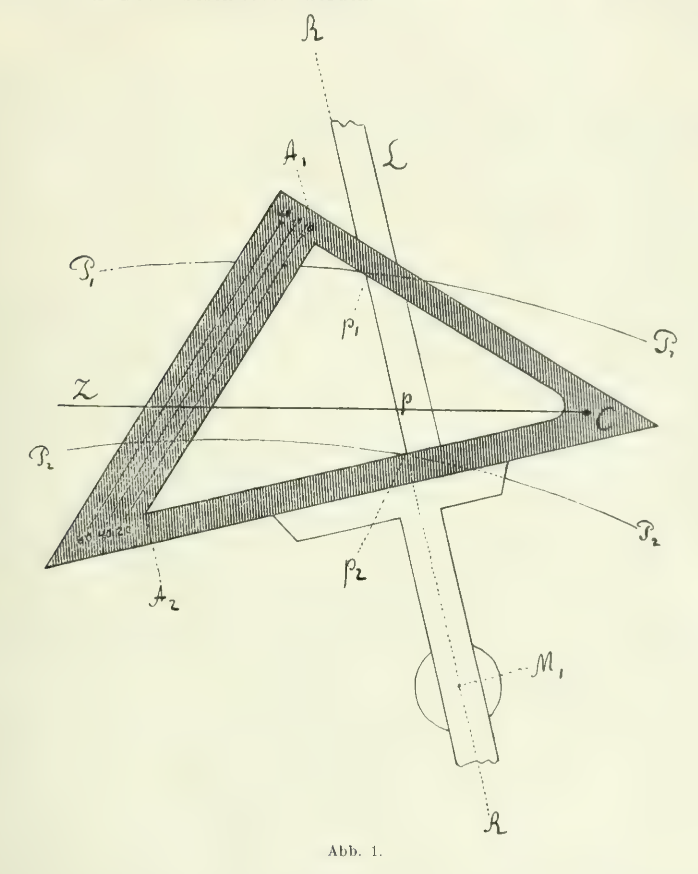



Abb. 1.

1. Das Reziprokendreieck ist ein rechtwinkliges, gleichschenkliges Dreieck, dessen rechte Ecke $C$ der Drehpunkt eines (in der Abb. 1 nur angedeuteten) Lineals $Z$, des Parallaxenlineals ist; die linke Seite $A_1 A_2$ trägt drei homogene Skalen, die drei konsekutiven Parallaxenintervallen entsprechen. Die untere Seite $CA_2$ des Dreiecks steht senkrecht zum Rayonlineal $L$ und das Dreieck kann in der Richtung dieser Seite verschoben werden.

Auf dem Zeichenbrette wählt man den Standpunkt $M_1$, von dem aus die Zielstrahlen $R$ ($x$-Strahlen) gezogen werden und man konstruiert vier Parabeln konstanter Parallaxe $a$, wie sie von Dr. Pulfrich in der genannten Arbeit eingehend besprochen werden. Von den Parallaxen, denen die Parabeln entsprechen, ist jede folgende doppelt so groß, als die vorhergehende; man wählt also etwa die Parallaxen

$$a_1 = 10 \qquad a_2 = 20 \qquad a_3 = 40 \qquad a_4 = 80 \qquad (1)$$

Außer diesen vier Parabeln braucht man in der Folge auf dem Zeichenblatte keinen Strich mehr zu ziehen; die konstruierten Punkte können ohne alle Hilfslinien unmittelbar markiert werden, wie gezeigt werden wird.

Wenn man als Standparallaxen die Werte (1) gewählt, dann enthält die erste Skala des Reziprokendreiecks die gleichen Teile 10 bis 20, die zweite Skala die gleichen Teile 20 bis 40 und die dritte Skala die gleichen Teile 40 bis 80.

Man arbeitet mit dem Dreiecke so. Ein Punkt sei durch die Abszisse $x = 37$ und die Parallaxe $a = 16$ bestimmt; es gilt, ihn auf dem Zeichenblatte zu konstruieren. Man legt das Rayonlineal auf das Blatt entsprechend der Abszisse $x = 37$. Man legt es so auf, daß die untere Innenseite $CA_2$ des Dreiecks durch den Schnittpunkt $p_2$ des Zielstrahles mit der Parabel $a = 20$ geht. Dann verschiebt man das Dreieck quer so, daß die linke Innenseite $CA_1$ des Dreiecks durch den Schnittpunkt $p_1$ des Zielstrahles mit der Parabel $a = 10$ geht. So ist auf dem Zielstrahle das Intervall von $a = 10$ bis $a = 20$ zwischen die Schenkel des rechten Dreieckwinkels $C$, des Poles, gefaßt. Für das Parallaxenlineal gilt jetzt die erste Skala, die für eben dieses Intervall 10 bis 20 gilt und man setzt das Parallaxenlineal auf den Teilstrich $a = 16$. Das Parallaxenlineal schneidet jetzt das Rayonlineal eben in dem gesuchten Punkte $p$, den man nun nur einfach zu markieren braucht.

2. Dieses Verfahren gilt für den von Dr. Pulfrich behandelten Fall gleicher Verschwenkungen $\Theta$. Im Normalfall treten an Stelle der Parabeln Parallele zur Basis und das Verfahren mit dem Reziprokendreieck könnte ebenfalls angewendet werden.

Auf den Fall ungleicher Verschwenkungen $\Theta_1$ $\Theta_2$ kann man das Dreieckverfahren nicht unmittelbar anwenden; die Kurven gleicher Parallaxe könnte man wohl zeichnen; die am Komparator abgelesenen Parallaxen sind aber nur scheinbare Parallaxen. Es soll gezeigt werden, wie man aus den scheinbaren die wirklichen Parallaxen bestimmen kann.

Der Verschwenkungswinkel $\Theta_1$ der linken Platte soll um einen kleinen Winkel $\delta$ größer sein, als der Verschwenkungswinkel $\Theta_2$ der anderen Platte, so daß $\delta$ der Konvergenzwinkel der Kammerachsen ist. Irgend ein Zielstrahl $R_1$ der auf der fehlerhaften Platte $P_1$ eine Abszisse

$$x = f \operatorname{tg} \alpha$$

gibt, würde auf einer fehlerfreien Platte $P_1'$ eine Abszisse

$$x_1' = f \operatorname{tg} (\alpha + \delta)$$

geben. Wir setzen:

$$x' = x + \Delta x \qquad\qquad \lambda = f \operatorname{tg} \delta$$

und finden durch Entwicklung von $\operatorname{tg}(\alpha + \delta)$ leicht:

$$\Delta x = \lambda \frac{f^2 + x^2}{f^2 - \lambda x} \tag{2}$$

Das ist die Konvergenzkorrektion der fehlerhaften linken Platte, d. h. eine Abszisse $x$ auf der ersten Platte wäre um diesen Betrag $\Delta x$ größer, wenn diese Platte zur anderen regelrecht parallel wäre.

Der Komparator gibt nur auf Grund des fehlerhaften Plattenpaares die scheinbare Parallaxe $a$:

$$a = x_1 - x_2.$$

Die wahre Parallaxe $a'$, die parallelen Platten entspricht, wäre also:

$$\begin{aligned} a' &= (x_1 + \Delta x) - x_2 \\ &= a + \Delta x. \end{aligned}$$

Die wahre Parallaxe $a'$ findet man also, indem man zur scheinbaren Parallaxe $a$ die Konvergenzkorrektion $\Delta x$ addiert.

Die Konvergenzkorrektion $\Delta x$ hat für $x = o$ den Wert

$$\Delta x = \lambda.$$

In der Praxis wird der Fehler $\delta$ wohl kaum je den Betrag von einem halben Grad betragen; aber selbst bei einem bedeutend größeren Fehler wächst dieser Fehler selbst bei den größten Werten von $x$ nur um etwa $10\,^0/_{00}$.

Jetzt können wir leicht unser Verfahren der Punktkonstruktion auch auf den Fall schwach konvergenter Kammerachsen anwenden. Auf dem Zeichenblatte haben wir unten die Grundlinie mit dem ersten Standpunkt $M_1$ und oben die $x$-Skala, nach der wir das Rayonlineal einstellen Dem Verschwenkungsfehler $\delta$ tragen wir dadurch Rechnung, daß wir die $x$-Skala entsprechend verlegen; wir erhalten dann richtige Zielstrahlen $R_1$. Statt die Skala zu verlegen, kann man allerdings auch ein doppeltes Rayonlineal verwenden. Die beiden Lineale bilden einen Winkel $\delta$ miteinander; das eine Lineal stellt man auf der Skala auf das entsprechende $x$ ein, aber nach dem anderen Lineal zeichnet man den Zielstrahl.

Unter oder über der $x$-Skala zeichnen wir eine zweite Skala, die zu jedem $x$ die entsprechende Konvergenzkorrektion ablesen läßt. Diese Korrektionsskala macht wenig Mühe; man berechnet sie nach Gleichung 2). Ehe man dann das Parallaxenlineal einstellt, addiert man zu der scheinbaren Parallaxe $a$, die der Komparator gegeben hat, die Korrektion $\Delta x$, die man soeben während des Einstellens des Rayonlineals abgelesen hat und stellt das Parallaxenlineal nach dieser berichtigten Parallaxe ein. Die Konvergenz der Achsen erschwert unsere Konstruktionsarbeit also nur dadurch, daß wir zu jeder Parallaxe die Korrektion addieren müssen, die im allgemeinen eine zweistellige Zahl ist.

3. Es soll nun die Theorie des Reziprokendreieckes in allgemeiner Form gegeben werden. $R$ ist ein Rayon, dessen Nullpunkt $O$ ist. $P_1 P_1$ und $P_2 P_2$

sind zwei Kurven konstanter Parallaxe, doch sollen diese Parallaxen vorderhand unbekannt sein. Wir wählen einen beliebigen Punkt $C$ und ziehen von ihm aus eine Parallele $R'$ zum Rayon $R$. Dann verbinden wir $C$ mit $O$ und ziehen zu $CO$ eine beliebige Parallele $G\,G$. Wir gewinnen dadurch die Schnittpunkte $S$ und $Q$. Sodann beachten wir die Punkte $p_1\,p_2$, in denen die Kurven den Rayon $R$ schneiden und ziehen durch diese Punkte $p_1\,p_2$

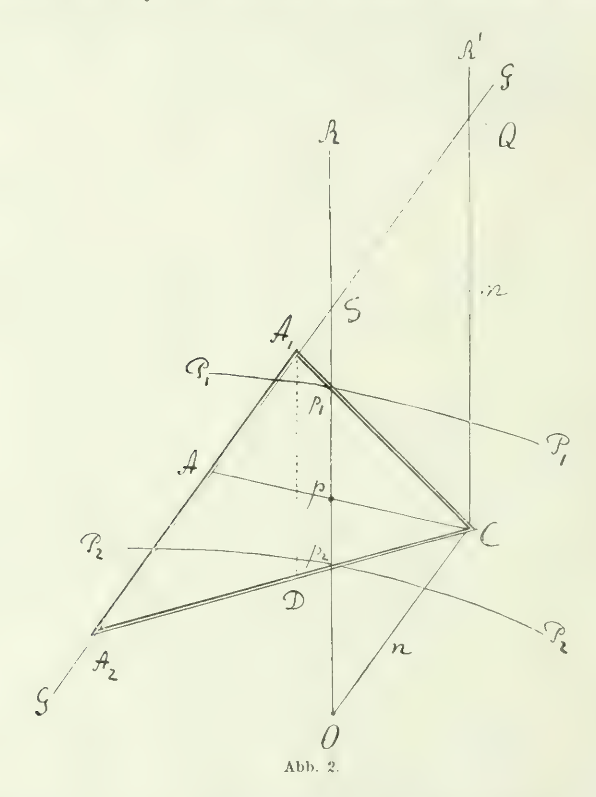



Abb. 2.

von $C$ aus Gerade bis zum Strahle $G\,G$; wir gewinnen dadurch das Reziprokendreieck $C A_1 A_2$. Endlich ziehen wir von $C$ aus noch eine beliebige Gerade $C A_1$ die den Rayon $R$ im $p$ schneidet.

Die Abstände der Punkte $p_1\,p\,p_2$ von $O$ nennen wir $r_1\,r\,r_2$; die Abstände der Punkte $A_1\,A\,A_2$ von $Q$ nennen wir $a_1\,a\,a_2$; ferner haben wir noch die Längen $n = C\,O$ und $m = C\,Q$.

Wir erkennen zwei ähnliche Dreiecke, die sich an den Strahl $C\,A$ lehnen: die Dreiecke $C\,O\,p$ und $C\,Q\,A$. Aus ihnen lesen wir die Proportion:

$$r : n = m : a,$$

woraus folgt:

$$r = \frac{m\,n}{a}.$$

Auf Grund der drei Geraden $C A_1$ $C A$ $C A_2$ finden wir so die drei Bestimmungen:

$$r_1 = \frac{m\,n}{a_1} \qquad r = \frac{m\,n}{a} \qquad r_2 = \frac{m\,n}{a_2}.$$

Die Abstände der Punkte $p_1\,p\,p_2$ von $O$ sind also den Abständen $a_1\,a\,a_2$ der Punkte $A_1\,A\,A_2$ von $Q$ umgekehrt proportional.

Noch eine Relation soll bemerkt werden. Von $A_1$ aus ziehen wir zum Rayon $R$ eine Parallele $A_1\,D_1$ und bezeichnen die Abstände $C A_2$ und $C D$ mit $t_2$ und $t_1$. Es gilt dann:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{a_1}{a_2}.$$

Jetzt haben wir die Erklärung des Reziprokendreieckes in der Hand. Es sei der Rayon $R$ gegeben, und es sei gegeben, daß die Punkte $p_1\,p_2$ — also die Abstände $r_1\,r_2$ — den Parallaxen $a_1\,a_2$ entsprechen und es gilt, auf Grund dieser Angaben den Punkt $p$ auf dem Rayon zu bestimmen, der einer Parallaxe $a$ entspricht, wobei $a$ zwischen $a_1$ und $a_2$ liegen mag (aber nicht muß). Wir nehmen dann ein ganz beliebiges Dreieck $C A_1 A_2$. Die Seite $C A_2$ teilen wir so, daß gilt $t_1 : t_2 = a_1 : a_2$ und gewinnen so den Punkt $D$. Wir legen dann das Dreieck so auf den Rayon, daß die Linie $A_1\,D$ parallel zum Rayon ist und die Dreieckseiten $C A_1$ und $C A_2$ durch die Punkte $p_1$ und $p_2$ gehen. Die Dreieckseite $A_1\,A_2$ trägt eine Skala, die von $a_1$ bis $a_2$ reicht. Auf dieser Skala suchen wir den Teilstrich $a$, verbinden ihn mit dem Pole $C$ und gewinnen so den gesuchten Punkt $p$.

Es ergeben sich dann einige Folgen von selbst. Die Dreieckseite $A_1\,A_2$ liegt dann parallel zur Verbindungslinie $n$ des Poles $C$ und des Nullpunktes $O$, und der Nullpunkt $Q$ der $a$-Skala liegt an einer Geraden $m$, die Parallel ist zum Rayon $R$. Aus diesen Zusammenhängen kann man noch manche Konstruktionsverfahren ableiten; das beschriebene Verfahren scheint mir aber das handlichste zu sein. Es bietet manche Vorteile, wenn wir nicht ein gleichschenklig-rechtwinkliges Dreieck verwenden, sondern eines, in dem die Seite $C A_2$ doppelt so lang ist als die Seite $C A_1$. Auch ist es zweckmäßig, wenn man nicht nur ein großes Dreieck hat, sondern ein größeres und ein kleineres, halb so großes.

Es ist nicht unwichtig zu bemerken, daß bei verschwenkten Platten der Nullpunkt $O$ eines Rayons nicht etwa im linken Standpunkt $M_1$ liegt, durch den alle Rayons gehen, sondern in der Geraden, die durch den rechten Standpunkt parallel der Platten gezogen wird.

Man sieht, daß lästige Schranken, denen das Pulfrichsche Verfahren unterliegt, für das Reziprokendreieck nicht gelten.

## Die Reziprokenskala im Falle paralleler Platten.

Von Karl Fuchs in Preßburg.

Eine Reziprokenskala ist eine Skala, die die Funktion

$$u = \frac{K}{a}$$

zum Ausdruck bringt, wo $K$ konstant, $a$ und $u$ variabel sind Der Abstand $u$ eines Skalenstriches vom Nullpunkt ist also der beigeschriebenen Zahl umgekehrt proportional. In der Photogrammetrie verwendet man Reziprokenskalen nicht gerne und konstruiert lieber die Größen $u = f(a)$ graphisch. In dem häufigen Falle aber, daß die Platten während der Aufnahme zwar nicht in derselben Ebene, doch aber parallel liegen, gewährt die Reziprokenskala so bedeutende Vorteile, daß die Sache vielleicht doch beachtenswert ist.

Im Falle paralleler Platten ist die gegenseitige Lage der beiden Standpunkte $M_1$ und $M_2$ durch zwei Größen bestimmt: durch den gegenseitigen Abstand $B$ der Kammerachsen und durch den gegenseitigen Abstand $A$ der Plattenebenen. Abb. 1 stellt den Fall dar. Die Grundlinie $HH$ geht durch den rechten Standpunkt und in bezug auf den Punkt $M_0$ der Grundlinie haben $M_1$ und $M_2$ die Koordinaten $A$ und $B$. Irgendein Objektpunkt $P$ soll im Komparator die Abszisse $x$ und die Parallaxe $a$ gegeben haben. Der Abstand $u$ des Objektpunktes $P$ von der Grundlinie $HH$ ist dann gegeben durch

$$u = \frac{fB + xA}{a}.$$

Für ein bestimmtes $x$, also für einen bestimmten Rayon, werden die Abstände $u$ also durch eine Reziprokenskala ausgedrückt, nur hat diese Skala für jedes $x$, also für jeden Rayon, eine andere Konstante, eine andere Länge.

Wenn wir den Rayon $R_1$ nach rückwärts verlängern, schneidet er die Grundlinie in einem Punkt $M_3$. Der Normalabstand eines Rayonpunktes $P$ von der Grundlinie $HH$ heißt $u$, sein Abstand von dem Punkte $M_3$ der Grundlinie heißt $r$. Auf demselben Rayon stehen die Abstände $u$ und $r$ für alle Punkte $P$ in konstantem Verhältnis. Daraus folgt, daß die Abstände $r$ als Funktion von $a$ ebenfalls eine Reziprokenskala auf dem Rayon $R_1$ bilden, der Nullpunkt dieser Skala ist aber nicht $M_1$, sondern der Punkt $M_3$ in der Grundlinie.

Der Grundgedanke des vorgeschlagenen Verfahrens läßt sich auf Grund dieser Entwicklungen so darlegen. Auf dem Zeichenbrett zeichnen wir die Grundlinie $HH$, markieren den Standpunkt $M_1$ und konstruieren eine Parabel $P_0$ konstanter Parallaxe $a_0$. Als Parallaxe $a_0$ wählen wir eine ganze Zahl, und zwar eine so kleine Zahl, daß alle in Betracht kommenden Objektpunkte größere Parallaxen haben. Die Parabel $P_0$ liegt also weit außerhalb des Zeichenfeldes, und Merkstrichel, die wir durch die Parabel machen,

trüben das Zeichenfeld gar nicht. Wenn wir einen Punkt $P$ konstruieren wollen und den entsprechenden Rayon $R_1$ ziehen, dann geht dieser durch die Grundparabel $P_0$. Wir ziehen den Strahl aber nicht voll aus, sondern markieren nur das kurze Stück, wo wir den Punkt $P$ erwarten und außerdem den Schnitt $p$ des Rayons mit der Grundparabel.

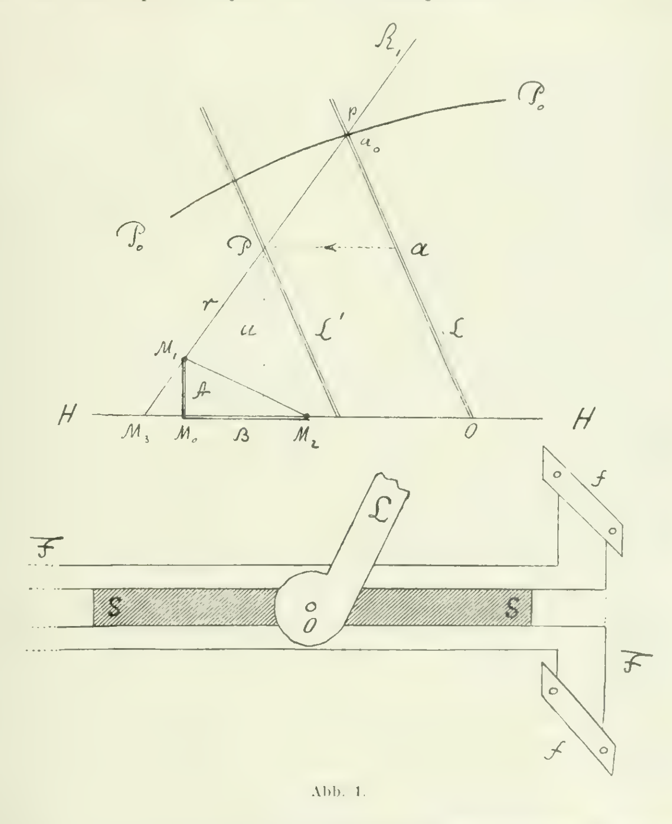



Abb. 1.

Nun nehmen wir ein Lineal $L$, auf dem eine Reziprokenskala aufgetragen ist. Wenn der äußerste Parabelpunkt, der noch möglicherweise zur Verwendung kommt, einen Abstand von etwa $u = 327\,mm$ von der Grundlinie $HH$ hat, dann wählen wir eine so lange Skala, daß der Teilstrich $a_0$, der der Parallaxe der Grundparabel entspricht, einen noch etwas größeren Abstand vom Nullpunkt $O$ hat. Diese Skala legen wir schief so auf das Zeichenblatt, daß der Teilstrich $a_0$ auf den früher erwähnten Parabelpunkt $p$, der Nullpunkt $O$ aber auf die Grundlinie $HH$ zu liegen kommt.

Der gesuchte Zielpunkt $P$ soll im Komparator die Parallaxe $a$ gegeben haben. Wir suchen auf der schief liegenden Skala den Teilstrich $a$ auf und ziehen von ihm aus eine Parallele zur Grundlinie. Wo diese Parallele den Rayon $R_1$ schneidet, dort ist der gesuchte Punkt $P$.

Statt die Parallele $u$ ziehen, können wir aber auch das ganze Reziprokenlineal selbst parallel verschieben, bis der Teilstrich $a$ den Rayon $R$ trifft $(L')$; dort ist der gesuchte Punkt $P$. Es soll nun gezeigt werden, wie man diesen zweiten Gedanken technisch ausführen kann.

Die Grundlinie $HH$ wird ersetzt durch eine Führung $F$, in der ein langer Schlitten $SS$ nach rechts und links gleiten kann. In der Mitte des Schlittens ist eine Achse $O$, in der sich das Reziprokenlineal $L$ mit Reibung drehen kann. Die Achse geht durch den Nullpunkt der Reziprokenskala. Die Führung selber kann selbst parallel mit einem Spielraum von 1 bis 2 *cm* nach oben und unten verschoben werden, was am einfachsten mittels schräger Führungen $ff$ geschieht, weil man dann den Spielraum der Führung in der $u$-Richtung am einfachsten durch Widerlager zwischen Schranken fassen kann. Wenn die Führung in der untersten Lage ist, vertritt sie die Grundlinie $HH$ und die Achse $O$ kann in der Linie $HH$ verschoben werden. Wenn die Führung aber in der obersten Lage ist und der Schlitten auf Null gestellt ist, dann steht die Achse $O$ an Stelle des Standpunktes $M_1$.

Das bewegliche Lineal $L$ trägt auf der linken Kante die Reziprokenskala, auf der rechten Kante aber eine Millimeterskala. Mit dieser kann man Abstände $u$ messen oder auftragen; das Lineal muß dann normal zu $HH$ gestellt sein.

Wenn man die Grundparabel zeichnen will, dann berechnet man für verschiedene $x$ nach Gleichung 1 den Abstand $u$. Man kann dann die Achse $O$ auf $M_1$ einstellen, die Zielstrahlen entsprechend den Werten $x$ zeichnen und auf den Strahlen die berechneten Werte $u$ auftragen.

Wenn man dann irgendeinen Punkt $P$ von der Abszisse $x$ und der Parallaxe $a$ konstruieren will, dann stellt man das Lineal $L$ auf das entsprechende $x$ ein, strichelt die Stelle, wo $P$ erwartet wird und markiert den Schnitt $p$ mit der Grundparabel. Dann bringt man die Führung durch einen Fingerdruck in die untere Stellung, verschiebt den Schlitten so, daß der Strich $a_0$ der Reziprokenskala bei geneigtem $L$ auf die Parabelmarke fällt; verschiebt dann den Schlitten wieder so, daß der Skalenstrich $a$ auf den Rayon $R_2$ fällt und markiert auf ihm den Punkt $P$. Bei dieser zweiten Verschiebung des Schlittens darf das Lineal seine Richtung nicht ändern.

Das ist die ganze Arbeit; man braucht also nur ein Lineal und auch dieses hat einen Drehpunkt. Dieses Verfahren hat sehr wenig wesentliche Fehlerquellen.

Wenn die Ausrückung $A$ sehr groß ist, die Grundparabel also sehr steil verläuft, dann ist es zweckmäßig, zwei Reziprokenlineale zur Verfügung zu haben; ein längeres und ein kürzeres.

# Die erste praktische Anwendung des Meßbildverfahrens durch den Schweizer M. A. Cappeler im Jahre 1725.

## Ein Beitrag zur Geschichte der Photogrammetrie.

Mitgeteilt von Dr. ing. Ludwig W. Günther, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Berlin.

Als erster, der die von Lambert in seinem klassischen Werke: „Die freye Perspektive oder Anweisung, jeden perspektivischen Abriß von freyen Stücken und ohne Grundriß zu verfertigen[1])" entwickelten Theorien in die Praxis umsetzte, gilt Beautemps-Beaupré[2]). Dieser französische Forschungsreisende hat in den Jahren 1791—93 Karten der Inseln Santa Cruz und Van-Diemensland nach vom Schiffe aus angefertigten Handrissen entwickelt.

Diese Anschauung ist nach den Forschungen des Historikers der Naturwissenschaften, Siegmund Günthers, heute nicht mehr haltbar: in der kurzen Biographie eines Schweizer Naturforschers, die das Thema eines auf der Dresdener Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte gehaltenen Vortrages bildete, des Luzerner Arztes Marc Anton Cappeler[3]), wird auch die Karte beschrieben, welche dieser Gelehrte von dem seine Heimatstadt beherrschenden Pilatusberge hergestellt hat. Nach der Ansicht Siegmund Günthers nimmt diese Karte eine eigenartige Stellung in der Geschichte der Kartographie ein[4]). Gefertigt wurde sie im Jahre 1726, und in der aus diesem Anlaß unterm 15. Oktober jenes Jahres an die Kantonalregierung von Luzern gerichteten Eingabe macht Cappeler einige, leider nur allzu dürftige Angaben über das Verfahren, das er bei der Aufnahme angewandt hat, und von dem er sagt: „Ich flattiere mich, daß dießeß die letzte Invention seye, die man zum Land verzeichnen erdenken könne." Sie gewährleiste eine zehnmal größere Geschwindigkeit, als jedes andere topographische Verfahren, kein „Objektum" entziehe sich der Einzeichnung, und die aufzuwendende Arbeit sei ganz gering. Man gehe von zwei freien Beobachtungsplätzen aus, aber nicht einmal die Entfernung beider Stationen braucht bekannt zu sein: „Nur ein Wort davon zu sagen, so wird solche Karte durch hilff zweyer prospectus, die in gar wenig Zeit können gemacht werden, zu wegen gebracht."

[1]) 1. Aufl. Zürich 1759, 2. Aufl. Nürnberg 1774.

[2]) E. Doležal, Die Anwendung der Photographie in der praktischen Meßkunst. Halle 1896, S. 95.

S. Finsterwalder, Die geometrischen Grundlagen der Photogrammetrie, Jahrbuch der deutschen Mathematikervereinigung VI, 2.

J. H. Schur, Lambert als Geometer, ebenda XIV, 2.

Loria, in M. Cantors Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, 4. Band, Leipzig 1907, S. 611.

[3]) Bezugnehmend auf R. Wolf, Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz. 3. Zyklus. Zürich 1860, S. 133 ff.

K. Pfyffer, Geschichte der Stadt und des Kantons Luzern. I. Band, Zürich 1850, S. 548.

[4]) Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften VII (1908), S. 135 ff. Besonders S. 142 u. 143.

Jeder Kenner der Verhältnisse wird Siegmund Günther beistimmen, wenn er erklärt, es könne mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit ausgesprochen werden, daß Cappeler als Erfinder der Photogrammetrie vor der Erfindung der Photographie angesprochen werden kann.

Das scheinbar Paradoxe dieses Ausspruches behandelt Siegmund Günther dann in einigen kurzen Bemerkungen über die Geschichte der Photogrammetrie, wobei die Mitteilungen Lorias zitiert werden, nach denen vor Lambert schon Del Monte und Vaulezard sich mit der „umgekehrten Aufgabe der Perspektive" beschäftigten, wovon in keinem anderen Werke über Photogrammetrie gesprochen wird.

Alle Bemühungen, der Originalkarte Cappelers oder wenigstens einer Reproduktion derselben habhaft zu werden, waren vergebens. Vielleicht verhilft uns ein Leser dieser Zeilen zur Kenntnis des Ortes, wo das Original aufbewahrt wird.

Zur Würdigung der Exaktheit, welche Cappelers Arbeiten innewohnt, sei dessen Bestimmung der Höhe des Pilatus über dem Meere mit 6500 Par. Fuß genannt. Spätere Messungen durch den Geodäten Eschmann ergaben 6535 Par. Fuß, während nach den neuesten Bestimmungen 2132 $m$ = 6585 Par. Fuß das Richtige ist. Wenn man bedenkt, daß die Messungen mittels Barometers ausgeführt wurden, so wird man den Fehler von 85 Fuß = 26·54 $m$ als sehr gering bezeichnen müssen, um so mehr, als damals die Besteigung von hohen Bergen noch ein höchst schwieriges und gewagtes Unternehmen war, dem sich nur ganz kühne Forscher unterzogen.

Durch diese Auffindung eines Vorläufers werden die Verdienste, welche Lambert sich durch die Herausgabe seines Lehrbuches erworben hat, keineswegs eingeschränkt. Wohl aber erscheint die Frage berechtigt, ob die Umkehrung der Lehrsätze von der Perspektive nicht ebenso alt wie diese Lehrsätze selbst ist, von denen wir wissen, daß schon Lionardo da Vinci sie theoretisch beschrieben wie praktisch angewandt hat. Die Erfindung der Camera lucida, durch welche an Stelle des freien künstlerischen Sehens die strengen Gesetze der Geometrie eingeführt wurden, ist als eine wertvolle Verbesserung des Meßbildverfahrens anzusehen, von deren praktischen Verwertung wir aber erst aus später Zeit, aus den Fünfzigerjahren des 19. Jahrhunderts, Kunde haben, in welchen der französische Genieoffizier Laussedat mit ihr arbeitete; und das zu einer Zeit, zu welcher bereits das automatische Zeichenverfahren, die Photographie, erfunden war. Freilich war dieses Verfahren damals sehr viel umständlicher als das Arbeiten mit der Camera lucida; erst die Erfindung der Trockenplatte machte die Photogrammetrie zu einem idealen Aufnahmeverfahren, dem dann durch Einführung des stereoskopischen Meßprinzipes eine sehr hohen Anforderungen genügende Genauigkeit verliehen wurde.

Die Photogrammetrie begrüßt es mit Dank, daß die in neuerer Zeit von der Gesellschaft für Geschichte der Medizin, der Naturwissenschaften und der Technik unter Leitung von Siegmund Günther und Karl Sudhoff durchgeführte systematische Erforschung vergangener Zeiten auch für sie ein so interessantes Ergebnis hervorgebracht hat und hofft auf weitere Beiträge.

# Instrumentelle Neuerungen.

Von Prof. E. Doležal.

## VIII.

## Phototheodolit von P. Seliger.

P. Seliger, der auf dem Gebiete der „Photographischen Meßkunst" wohlbekannte Vermessungsdirigent der Königlich preußischen Landesaufnahme in Berlin, hat für die wissenschaftliche Zentralafrika-Expedition 1907/08 Seiner Hoheit des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg einen Phototheodolit in seiner Konstruktion entworfen, den das mathematisch-mechanische Institut G. Braun in Berlin gebaut hat. Es ist dies ein Phototheodolit für Forschungsreisen, der für gewöhnliche photogrammetrische und für stereophotogrammetrische Aufnahmen eingerichtet ist.

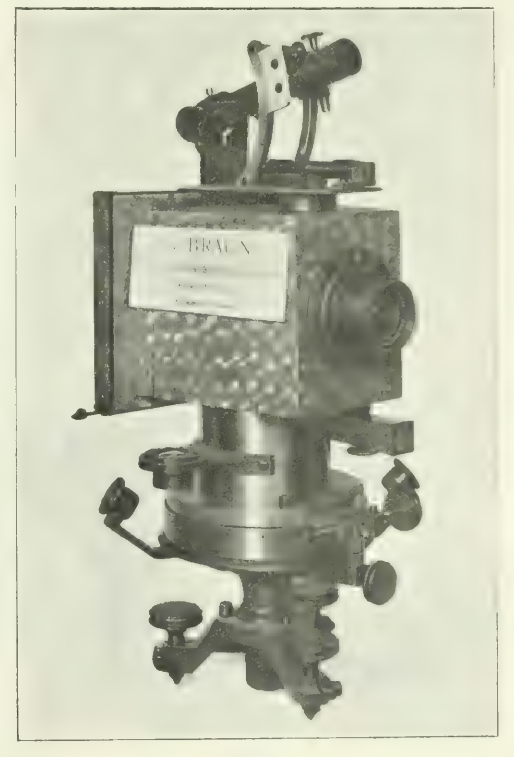


Fig. 18.

Beschreibung des Instrumentes. Wie aus Fig. 18 zu ersehen ist, weist der Phototheodolit einen massiven Unterbau eines geodätischen Instrumentes mit dem geteilten Kreise zur Messung von Horizontalwinkeln auf; die Teilung ist der Abbildung zufolge auf der Mantelfläche eines Zylinders angebracht. Nonien mit Lupen gestatten eine Ablesegenauigkeit von 1', die eventuell auf 30" durch gute Beobachter erhöht werden kann.

Die kräftig ausgestaltete Alhidade besitzt die erforderlichen Klemm- und Feineinstellvorrichtungen, trägt eine Libelle zur Vertikalstellung der Alhi-

dadenachse und bildet den Träger für den wesentlichsten Teil des photogrammetrischen Instrumentes: Die Kamera. Diese ist prismatisch gestaltet; das Objektiv ist ein Zeissscher Tessar mit 138 *mm* Brennweite und einem horizontalen Gesichtsfeldwinkel von 45°, der der Plattengröße 9 × 12 *cm* entspricht. Das Objektiv ist fix auf der Stirnseite der Kamera eingeschraubt, eine Verschiebung in vertikaler Richtung ist nicht möglich, der Plattenrahmen trägt die üblichen Marken für den Horizont und die Vertikallinie;



Fig. 19.

eine Mattscheibe gestattet, das vom Objektiv erzeugte Bild zu beobachten

Auf der Kamera befindet sich ein Orientierungsfernrohr, das mit einem Vertikalbogen versehen ist. Auch eine Orientierungsbussole ist vorhanden.

Der Phototheodolit wird mittels einer Zentralschraube in üblicher Weise mit dem Stative verbunden (Fig. 19). Die Stativfüße nehmen auf entsprechend angebrachten Haken einen Steinsack auf, in welchen erforderlichenfalls schwere Steine eingelegt werden, um das Instrument zu stabilisieren.

Auf derselben Figur sieht man ein zweites Stativ, das bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen zur Verwendung gelangt; dasselbe trägt, ähnlich wie die Zeissschen Stative, einen Dreifuß, in welchen eine Visierspitze eingesteckt und dann festgeklemmt werden kann. Nach herausgenommener Spitze kann die Kamera auf den Dreifußunterbau aufgesetzt werden; hierauf können die Orientierung des Instrumentes und die photogrammetrische Aufnahme erfolgen. Dieselbe Fig. 19 zeigt auch die auf den Kopf des Statives aufsetzbare Schutzhaube, wodurch der Dreifußunterbau geschützt wird; außerdem gewahrt man die Kästen für den Transport des Phototheodolites und das Plattenkästchen.

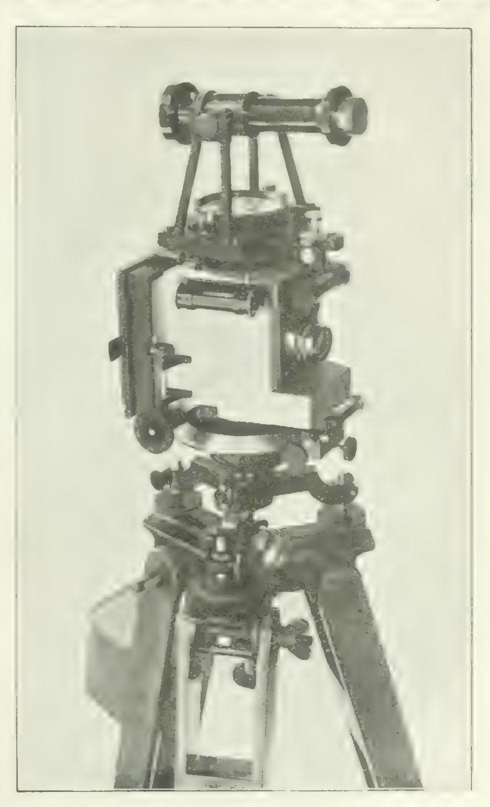


Fig. 20.

Hauptmann Dr. M. Weiß, derzeit zugeteilt dem Kolonialamte in Berlin und Privatdozent für Photogrammetrie an der Universität zu Berlin, hat als Oberleutnant an der wissenschaftlichen Zentralafrika-Expedition des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg teilgenommen und 1907 größere photogrammetrische Aufnahmen im Gebirgslande Ruanda ausgeführt. Er hat über 300 photogrammetrische Einzelbilder gewonnen und auf Grund guter geodätischen Unterlagen ist es Dr. M. Weiß möglich geworden, mit Unterstützung der Königlich preußischen Landesaufnahme, das reiche Material auszuwerten und zu zwei Kartenblättern zu verarbeiten. Näheres über die photogrammetrischen Arbeiten des Dr. M. Weiß und die erzielten Resultate wird im ersten Bande der „Wissenschaftlichen Ergebnisse der Zentralafrika-Expedition des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg" veröffentlicht. Die Publikation ist im Laufe des Jahres 1913 mit Sicherheit zu erwarten.

## IX.

## Phototheodolit von Dr. M. Weiß.

Dr. M. Weiß hat als Mitglied der genannten Zentralafrika-Expedition Gelegenheit gehabt, die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten des einfachen photogrammetrischen Verfahrens, sowie der Stereo-Photogrammetrie aus eigener Praxis kennen zu lernen und zu würdigen. Er sah ein, daß die „Photographische Meßkunst" für die vielseitigen Zwecke der Forschungsreisenden, die sich als Geographen, Geologen, Archäologen u. a. betätigen müssen, von ganz bedeutendem Nutzen sein können. Gestützt auf seine fünfjährige Erfahrung in der Photogrammetrie ging er daran, einen Phototheodolit für Forschungsreisende bauen zu lassen, der bei solider, fester Konstruktion, leichtem Gewichte, einfacher Handhabung die Möglichkeit bieten solle, auch stereophotogrammetrische Aufnahmen mit erwünschter Genauigkeit ausführen zu können. Der Zweck des Instrumentes sollte sein, speziell in den Dienst der Forschungsreisenden und der kolonialen Vermessung gestellt werden zu können.

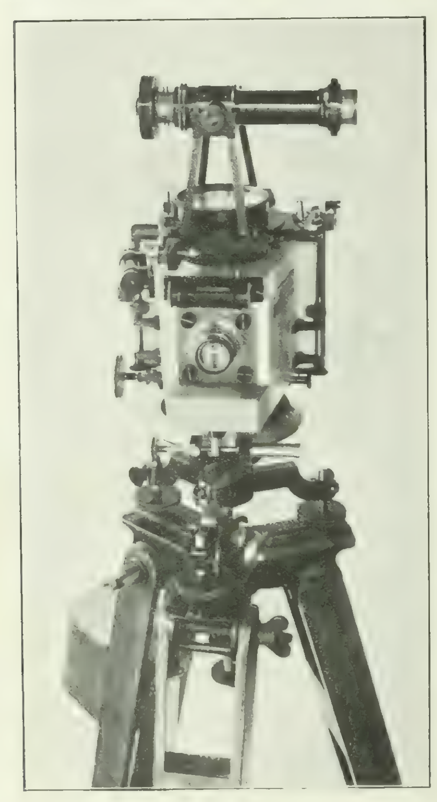


Fig. 21.

Das mathematisch-mechanische Institut Carl Bamberg in Friedenau bei Berlin hat das Instrument in tadelloser Weise gebaut. (Fig. 20—22.)

Beschreibung des Phototheodolites. Neben dem Stative, auf welchem das Instrument beim Gebrauche eine sichere und stabile Lage erhält, besteht der Phototheodolit aus folgenden Teilen:

1. dem Dreifußunterbaue;

2. dem Horizontalkreise mit der zur Verbindung mit dem Dreifuße erforderlichen Einrichtung;

3. der mit dem Kreise fest verbundenen Kamera und

4. dem auf der Kamera montierten Orientierungsfernrohre mit Bussole samt Vorrichtungen zur einer genauen Verdrehung um 90°.

Die vorzüglichen Abbildungen des Instrumentes machen eine nähere Beschreibung ganz überflüssig. Fig. 20 zeigt den Phototheodolit in einer

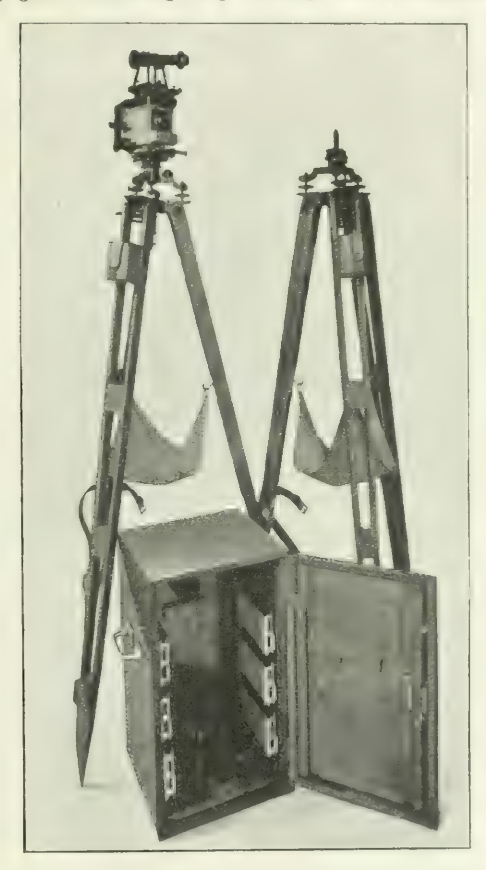


Fig. 22.

Position, bei welcher die Visierlinie des Orientierungsfernrohres dieselbe Richtung hat wie die Kameraachse; Fig. 21 zeigt hingegen das Orientierungsfernrohr um 90° gedreht, so daß man nach dem zweiten Basisende bei einer stereophotogrammetrischen Aufnahme visieren und so eine genaue Orientierung der Bildebene des Phototheodolites vornehmen kann.

Fig. 22 zeigt die zu einer Stereogarnitur gehörenden zwei Stative, wobei auf dem einen der Phototheodolit und auf dem zweiten der Instrumentunterbau mit der Zentrierspitze zwecks scharfer Anzielung sich befindet. Beide Stative sind mit Steinsäcken versehen, um nach entsprechender Belastung für das Instrument einen stabilen Stand zu schaffen.

In dem offenen Verpackungskasten gewahrt man in praktischer Weise auf den Seiten desselben sechs Doppelkassetten untergebracht.

Der bekannte Forschungsreisende Dr. Hans Meyer in Leipzig führt auf seiner jüngsten Forschungsreise, die er in das zentralafrikanische Grabengebiet unternommen hat, den vorstehend vorgeführten Phototheodolit des Dr. M. Weiß mit.

Anmerkung. Die Abbildungen 18 bis 22 sind dem vor kurzer Zeit erschienenen Werke von Dr. M. Weiß, „Die geschichtliche Entwicklung der Photogrammetrie und die Begründung ihrer Verwendbarkeit für Meß- und Konstruktionszwecke", Verlag Strecker & Schröder in Stuttgart 1913, entnommen; Dr. M. Weiß hat in liebenswürdigster Weise die Klischees der Redaktion zur Verfügung gestellt, wofür ihm auch an dieser Stelle der beste Dank zum Ausdrucke gebracht wird.

## Kleinere Mitteilungen.

**V. Ferienkurs in Stereophotogrammetrie in Jena im Jahre 1913.** Auf Grund von Mitteilungen des Carl Zeiss-Werkes in Jena bringen wir zur Kenntnis, daß in der Zeit vom 1. bis 6. September d. J. unter Leitung von Dr. C. Pulfrich der V. Ferienkurs in Stereophotogrammetrie in Jena abgehalten wird; das Programm des Kurses wird im wesentlichen identisch mit dem des IV. Ferienkurses sein (siehe: Archiv für Photogrammetrie, III. Bd., S. 134), auch die Bedingungen der Aufnahme bleiben dieselben. Nur hat die Firma Carl Zeiss an die leihweise Überlassung der Instrumente die Bedingung geknüpft, daß solchen Herren, die für eine Firma tätig sind, die als Konkurrenzfirma von Zeiss zu betrachten ist, die Teilnahme an dem Kurse versagt wird.

**Kinematographische Aufnahme des Insektenfluges.** Zur Aufnahme des Insektenfluges hat Bull kinematographische Aufnahmen mit 2000 Bildern in der Sekunde hergestellt. Diese Geschwindigkeit hat sich als unnötig hoch erwiesen und erst mit ihrer Verminderung auf 300 Aufnahmen in der Sekunde wurden dankenswerte Aufklärungen über den Flug der Insekten erhalten. Dr. Nogues hat jetzt der Pariser Akademie der Wissenschaften einen neuen Apparat vorgeführt, der 180 Bilder in der Sekunde aufzunehmen vermag und mit dieser immer noch enormen Leistung auf eine allgemeinere Verwendung rechnen darf. Auch dieser Forscher verfolgt damit in erster Linie die Absicht, die Fülle verschiedener Bewegungen im Tierreich zu untersuchen. Vor allem darf man darauf gespannt sein, was solche kinematographische Aufnahmen über den Flug der Vögel aussagen werden. Der Apparat ist so eingerichtet, daß sich bei der Widergabe der Bilder die Geschwindigkeit bis um das Zwanzigfache vermindern läßt, ohne die Gleichmäßigkeit der Bewegung zu stören, und auf diese Weise würde man einen Einblick in den Mechanismus der natürlichen Bewegung erhalten, wie er durch andere Mittel nicht zu erreichen gewesen ist.

**Die Kinematographie im Dienste der äußeren Ballistik.** In der Küstenartillerieschule der Vereinigten Staaten im Fort Monroe wurden, wie Streffleurs „Milit. Zeitschr." berichtet, im September und Oktober vorigen Jahres kinematographische Aufnahmen abgefeuerter Geschosse beim Schießen aus 30·5-

Zentimeter-Küstenmörsern gemacht. Die mustergiltig organisierte und mit vollem Recht als vorbildlich geltende Küstenartillerie der Vereinigten Staaten hat nun eine Reihe von Versuchen angestellt, bevor es gelang, das aus der Mündung austretende Geschoß in tadelloser Aufnahme auf die Platte zu bannen. Da in den amerikanischen Küstenbefestigungen je vier solcher Mörser in großen Brunnen, sogenannten Pits, installiert sind, waren diese Aufnahmen infolge der beim Schuß auftretenden Erschütterungen besonders schwierig. Die erhaltenen Aufnahmen ergaben auch interessante Aufschlüsse über die Form der die Mündung passierenden Pulvergase, sowie über die Lichtintensität der Mündungsflamme. Die Aufnahmsgeschwindigkeit betrug $1/_{5000}$ Sekunde.

**Elektrische Fernwirkung im Dienste der Luftschiffahrt und der Aerophotogrammetrie.** Die elektrische Fernwirkung im Dienste der Schiffahrt ist ein Problem, das durch die Versuche des Ingenieurs Wirth nahezu gelöst ist. Vor einem Jahr hatte man Gelegenheit, das Fernlenkboot des Erfinders in Betrieb zu sehen. Ein Schiff schwamm einsam im Wasser und am Ufer stand ein Mann, der es durch Druck auf mehrere Taster nach seinem Willen lenkte. Ungeahnte Möglichkeiten taten sich auf, die am letzten Ende dazu führen können, den Verkehr zu Wasser auf neue Grundlagen zu stellen. Dem Fernlenkboot ist nunmehr der Fernlenkballon gefolgt; Ingenieur Bohle hat bemerkenswerte Experimente mit einem freifliegenden Ballonmodell angestellt, die auf das Interesse der größten Öffentlichkeit Anspruch und die Erste Österreichische Luftverkehrsgesellschaft veranlaßt haben, die Spitzen der Behörden, die militärischen Fachleute und die flugtechnischen Vereine mit ihnen bekannt zu machen.

Ingenieur Bohle schickt seinen Versuchen eine instruktive Einführung voraus, die unsererseits keiner Ergänzung bedarf. Betont muß aber werden, daß die Praxis wohl nicht sobald einen mit drahtloser Telegraphie betriebenen Motorballon verzeichnen wird. Dagegen sprechen derzeit Argumente, die jeder Fachmann herausfinden wird.

Die Bedeutung des Bohleschen Experimentes liegt vielmehr darin, daß es den Theoretikern und Konstrukteuren gestattet, praktische Studien hinsichtlich der Luftwiderstandsgesetze, der Stabilisierungsverhältnisse, der Schraubenwirkungen, der Steuerungsmöglichkeiten und der Verwendung der drahtlosen Telegraphie im Luftschifferdienste zu machen. Bei entsprechender Vervollkommnung wird ein kleiner drahtlos gesteuerter Ballon auch bei photographischen Terrainaufnahmen und für meteorologische Zwecke überaus gute Dienste leisten.

Das wichtigste Moment der Erfindung liegt aber in dem Ausblick, den sie eröffnet: Es wird einstens vielleicht möglich sein, dem Luftschiff die zum Antrieb der Propeller notwendige Energie von der Endstation aus, auf drahtlosem Wege zu übermitteln, wodurch eine bedeutende Entlastung des Ballons erzielt werden wird. Wir leben im Jahrhundert der technischen Wunder und es darf daher die Hoffnung ausgesprochen werden, daß auch dieses scheinbare Wunder greifbare Wirklichkeit werden wird.

**Ein kinematographisches Gewehr.** In einer bekannten wissenschaftlichen Zeitung stand vor kurzer Zeit folgende Notiz: „Ein kinematographisches Gewehr. Ein französischer Techniker hat ein kinematographisches Repetiergewehr konstruiert. Dasselbe besitzt zwei Läufe, der eine dient zum Schießen, der andere enthält ein photographisches Objektiv. Dahinter ist eine Trommel angebracht, in der sich eine photographische Platte befindet. Durch das Zurückziehen eines Abzuges, das wie bei dem gewöhnlichen Gewehr erfolgt, wird der Trommel eine Drehung erteilt, die ruckweise in 12 Absätzen erfolgt. Hiebei wird jedesmal ein Momentverschluß ausgelöst, der die Belichtung des gerade hinter dem Objektiv befindlichen Teiles der Platte für den 700. Teil einer Sekunde erlaubt. Es erfolgt stets die selbsttätige Aufnahme von 12 kleinen, zeitlich aufeinander folgenden Aufnahmen des Vorganges. Mit diesem Gewehr ist es gelungen, sehr gute Aufnahmen von fliegenden Vögeln zu machen, die ein genaues Studium der einzelnen Phasen

des Vogelfluges gestatten." In dem letzten, absichtlich gesperrten Satz ist der Fehler enthalten, denn eine derartige Flinte wäre keine Neuheit, da bereits Marey Vogelflugaufnahmen mit seiner bekannten photographischen Flinte (vgl. Eders Handbuch, 1892, Bd. I, 2. Teil, II. Aufl., S. 579) herstellte. Wozu nun die kinematographische Flinte dienen soll, die noch einen Lauf zum Schießen besitzt, erfährt man aus einer Notiz in „Film und Lichtbild", 1912, S. 63, die folgendermaßen lautet: „Ein kinematographisches Gewehr. Die Bestrebungen, den Kinematograph auch in den Dienst des Heeres zu stellen und zur theoretischen wie praktischen Ausbildung des Soldaten zu verwerten, haben in jüngster Zeit zu einer Erfindung geführt, die für die Förderung des wichtigsten Zweiges der militärischen Ausbildung, des Schießens von ganz besonderem Werte ist. Ein französischer Waffentechniker hat ein Gewehr konstruiert, mit dessen Hilfe es möglich ist, während des Schusses die Geschoßbahn kinematographisch aufzunehmen." (Hier folgt die Beschreibung, die sich im großen und ganzen mit der obigen Beschreibung deckt.) „Durch diese Einrichtung wird die selbsttätige Aufnahme von zwölf kleinen, zeitlich aufeinander folgenden Aufnahmen des Vorganges bewirkt und damit ein getreues Bild der Schußbahn erzielt. Der mit dem Gewehr zielende Soldat löst, sobald er richtig auf das Ziel zu visieren glaubt, durch den Druck auf den Abzug die Trommel aus und kann nachher an der Hand des kinematographischen Bildes kontrolliert und belehrt werden. Die Erfindung dient somit zur Beobachtung der Schußbahn und der vom Schützen gemachten Fehler und gewinnt daher für die Schießausbildung eine nicht zu unterschätzende Bedeutung." — Es fragt sich nur, ob diese Erfindung wirklich von praktischem Werte ist, was recht zweifelhaft erscheint.

**Die deutsch-wissenschaftliche Station auf Spitzbergen.** Wie bekannt, ist durch Graf Zeppelin und Professor Hergesell in Spitzbergen eine wissenschaftliche Beobachtungsstation in der Croßbai eingerichtet worden, die bereits im zweiten Winter beobachtet und im wesentlichen die Aufgabe hat, durch aerologische Beobachtungen die Luftströmungen und meteorologischen Verhältnisse im hohen Norden festzustellen. Auch geophysikalische Beobachtungen anderer Art werden von der Station ausgeführt. Die Besatzung wird von den beiden Gelehrten Dr. Wegener und Dr. Robitzsch und zwei Gehilfen gebildet. Die Beobachtungsstätte befindet sich ungefähr 120 *km* von der in letzter Zeit vielgenannten Kohlenmine in Adventbai und ungefähr ebensoweit von der norwegischen staatlichen Telefunkenstation in Greenharbour. Dem Umstand, daß das Observatorium mit einer kleinen Telefunkenstation versehen ist, die mit Greenharbour in Verbindung treten kann, verdanken wir nunmehr Nachrichten von diesen deutschen Gelehrten. Die Telefunkenstation konnte zwar nicht regelmäßig arbeiten, weil es nicht mehr möglich war, die Antennenmasten in dem hartgefrorenen Boden zu befestigen; doch gelang es mit einem Fesselballon, die Antennen emporzuheben und so die Verbindung herzustellen. Nach dem am 19. Januar abgegebenen Radiotelegramm befindet sich auf der Station alles wohl. Die Beobachtungen nehmen ihren regelmäßigen Fortgang.

**Ein Institut zur wissenschaftlichen Erforschung der Leibesübungen in München.** Eine wichtige Neuerung zur Förderung der Turnlehrerbildung wird in Kürze in München zur Einführung gelangen. Das Staatsministerium des Innern für Kirchen- und Schulangelegenheiten hat genehmigt, daß der Munchner königl. Landesturnanstalt ein „Physiologisch-anthropometrisches Laboratorium" zur wissenschaftlichen Erforschung der Leibesübungen angegliedert wird. Die medizinische Leitung soll Professor Dr. Ritter v. Baeyer der königl. Universität übernehmen.

Es sollen dort Untersuchungen und Messungen gelegentlich einzelner Übungen bezüglich der Atmung, der Herztätigkeit usw. gemacht werden. Auch die Kandidaten des nunmehr eingerichteten zweijährigen Lehrganges werden angeleitet, selbst solche Messungen an Schülern vornehmen zu können, um im Verein mit dem Schularzte

einwandfreies Material zu gewinnen zur tieferen wissenschaftlichen Begründung von Turnen, Spiel und Sport.

**Internationale Baufachausstellung Leipzig 1913.** Diese wohl vorbereitete, vom sächsischen Staate und der Stadt Leipzig im höchsten Maße geförderte Ausstellung findet auf einem von der Stadt zur Verfügung gestellten Gelände statt, das sich in günstiger Lage im Südosten Leipzigs, gegenüber dem Völkerschlacht-Denkmal und unmittelbar am Staatsbahnhofe Leipzig-Stötteritz ausbreitet und eine Area von rund 400.000 $m^2$ umfaßt. Für die Dauer der Ausstellung ist die Zeit von Anfang Mai bis Ende Oktober 1913 in Aussicht genommen.

Die Ausstellung verspricht nach den Vorbereitungen, welche deutsche Staaten, Korporationen und Private seit Monaten machen, eine großzügige Veranstaltung zu werden. Die Entwicklung der menschlichen Kultur steht im innigen Zusammenhange mit dem Bauwesen. Die Glanzzeiten kultureller Entwicklung haben zu allen Zeiten in den Werken der Baukunst ihren erhabensten Ausdruck gefunden. Auch heute noch besteht dieses Verhältnis zwischen baulicher Entwicklung und Gesamtkultur. Unsere soziale Entwicklung wäre nicht möglich gewesen ohne den technischen Fortschritt auf dem Gebiete des Bauwesens. Ebenso regt das unaufhörliche Wachsen des Weltverkehrs das Bauwesen fortgesetzt zu neuen Taten an. Der Gedanke, eine Weltausstellung für Bau- und Wohnwesen zu veranstalten, darf daher als ein rechtes Kind unserer Zeit angesprochen werden.

Die Produkte der „Photographischen Meßkunst" müßten bei reger Beteiligung einen nicht ungünstigen Platz im Rahmen dieser Ausstellung einnehmen. Man denke an die Architektur-Photogrammetrie, an die Anwendungen der Photogrammetrie in verschiedenen Zweigen der Ingenieurwissenschaften usw.

Hoffentlich wird die Beteiligung unseren Erwartungen entsprechen und uns in die Lage versetzen, in Bälde darüber eine größere Mitteilung zu bringen.

**85. Versammlung „Deutscher Naturforscher und Ärzte" in Wien vom 22. bis 27. September 1913.** Vor kurzer Zeit fand in Wien eine Beratung des Ausschusses der Versammlung „Deutscher Naturforscher und Ärzte" statt, in welcher konstatiert wurde, daß die staatlichen und städtischen Behörden der Versammlung das größte Entgegenkommen bewiesen haben. Die Eröffnungssitzung am 23. September wird im Parlament stattfinden, ebenso allgemeine Sitzungen und die Schlußsitzung am 26. September. Für den Empfangsabend steht die Volkshalle des Rathauses zur Verfügung; die Naturforscher sind ferner zu einem Rathausbankett geladen. Die Hoftheater werden wahrscheinlich Festvorstellungen geben, die Sektionssitzungen werden in der Universität und den Kliniken abgehalten. Für die Hauptverhandlungen, in denen stets die repräsentativen Persönlichkeiten der deutschen Naturforschung zu Worte zu kommen pflegen, sind in Aussicht genommen: Professor Baron Eiselsberg mit einem Thema aus der Kriegschirurgie, Leutnant Dr. Filchner, der soeben von seiner Südpolarreise zurückkehrt, Geheimrat Seliger, Vorstand der Münchner Sternwarte, der Züricher Mathematiker und Physiker Professor Einstein, dessen Theorien gegenwärtig im Mittelpunkt der fachlichen Diskussion stehen, ein gemeinsamer ophthalmologischer Vortrag von Professor Heß mit Professor Lummer und Feldmarschalleutnant v. Hübl. Der Kongreß wird in wissenschaftlicher Beziehung zwei besondere Anziehungspunkte bieten: Eine Ausstellung „Die Photographie im Dienste der Wissenschaft", von Hofrat Professor Dr. Eder geleitet, ferner eine Vortragsgruppe, die das Sanitätsdepartement im Ministerium des Innern fördert und welche die Bekämpfung bestimmter Krankheiten in Österreich zeigen wird: Malariabekämpfung im Küstenland, Pellagrabekämpfung im Süden, Bekämpfung des Kretinismus in den Alpen usw.

**Eine Ausstellung über „Die Photographie im Dienste der Wissenschaft" am Naturforschertage in Wien.** In der Wiener Universität fand kürzlich die konstituierende Versammlung für eine der interessantesten Veranstaltungen statt, die im Anschlusse an die heurige Tagung der deutschen Naturforscher und Ärzte in Wien geboten werden. Es ist dies die Ausstellung über: „Die Anwendung der

Photographie im Dienste der Naturwissenschaften und der Medizin." Die Versammlung, zu welcher sich in gleicher Weise Vertreter der photographischen Wissenschaft und Kunst wie der Naturwissenschaften und der Medizin eingefunden hatten, fand unter dem Vorsitze des Direktors der Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt Hofrat Professor Dr. Eder statt, der auch die Oberleitung über die Ausstellung haben wird.

Hofrat Eder gab in einem Referat eingehende Aufschlüsse über das Unternehmen, das durch seinen Umfang und seine Bedeutung sicherlich die Teilnahme aller wissenschaftlichen Kreise in hohem Grade fesseln wird. Die Ausstellung findet im Gebäude der Universität selbst in der Zeit vom 18. bis zum 30. September statt, also während des Naturforschertages, und einige Tage vorher und nachher. Die juristische Fakultät hat für die Ausstellung ihre Räume zur Verfügung gestellt. Die Bedeutung des Unternehmens geht am besten aus der Anordnung und dem Inhalt der einzelnen Gruppen hervor. Die erste Gruppe wird die Anwendung der Photographie in der Medizin zeigen, wobei die Röntgenphotographie eine besondere Rolle spielen wird. Großes Interesse wird in dieser Gruppe wohl auch die polizeiliche und die gerichtliche Photographie finden. Vier weitere Gruppen sind den Naturwissenschaften im engeren Sinne gewidmet. Eine eigene Abteilung wird dabei die Zoologie, die Botanik und die Mineralogie umfassen; eine andere die Photographie in der Geologie und Geographie, und hier wird es wiederum die Anwendung der Lichtbildkunst auf Forschungsreisen sein, die des allgemeinsten Interesses sicher ist. Eine weitere Gruppe gilt der Photographie in der Anthropologie und schließlich in der Chemie und Physik, der Astronomie und Meteorologie. Aktuell im besten Sinne werden sich die Abteilungen für Ballonphotographie und Photogrammetrie gestalten, ebenso jene für das Projektionswesen und die Kinematographie. Man ersieht aus diesen Zusammenstellungen, daß die neuesten Fortschritte der Wissenschaft sowohl als auch der Anwendung der Photographie in hervorragendem Maße berücksichtigt sind. Eine eigene Gruppe wird dann noch die photographischen Reproduktionsverfahren und schließlich auch die Apparate und Behelfe für wissenschaftliche Photographie umfassen. Die Ausstellung wird unter der Leitung eines Ausschusses stehen, welcher dem großen Arbeitsausschuß der Naturforscherversammlung als besondere Gruppe angehört. In diesem Ausschuß sind Fachleute aller der genannten Wissenschaften vertreten. Es gehören ihm insbesondere eine Anzahl von Professoren der Medizin und der Naturwissenschaften an der Wiener Universität an und ebenso der anderen Hochschulen, so daß die einzelnen Abteilungen der Ausstellung unter spezieller fachwissenschaftlicher Leitung stehen.

Hofrat Eder machte ferner die Mitteilung, daß in dieser Ausstellung keinerlei Platzmiete erhoben wird, da ja selbstverständlich ein materielles Ergebnis nicht beabsichtigt ist. Es sind Photographien jeder Form und jeder Technik zugelassen, also Papierbilder, Glasbilder, Stereoskopbilder und Autochrome. Die Anmeldungen sind an den Leiter der Ausstellung, Hofrat Dr. Eder, zu richten.

Die Darlegungen fanden allseits Zustimmung.

Die Vertreter der einzelnen Wissenschaften gaben Aufschlüsse über Art und Umfang der von ihnen beabsichtigten besonderen Gruppen. Es ergab sich aus diesen Mitteilungen, daß die Ausstellung ein möglichst vollständiges Bild der Wissenschaften, insofern sie im Bilde festgehalten werden, ergeben wird. Die einzelnen Gruppenleiter setzten sich mit weiteren Fachleuten in Verbindung, und es wurde beschlossen, diese in einer ausführlichen Druckschrift über die Einzelheiten der Ausstellung näher zu informieren. Hierauf wurde die endgiltige Zusammensetzung des Ausschusses unter Berücksichtigung der einzelnen wissenschaftlichen Zweige und unter Hinzuziehung hervorragender Fachleute auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Photographie in der folgenden Weise vorgenommen: Universitätsprofessor Dr. Othenio Abel, Generalsekretär der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Professor Dr. Becke, Professor der Technischen Hochschule Hofrat Ed. Doležal, Direktor der Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt Hofrat Dr. J. M. Eder, Professor der Hochschule für Bodenkultur Dr. L. Hecke, Direktor der Universitätssternwarte

Professor Dr. v. Hepperger, Feldmarschalleutnant Artur Freiherr v. Hübl, Bauinspektor der Universität Oberbaurat Jaroschka, Vorstand des physikalischen Instituts der Universität Professor Dr. E. Lecher, Dekan der medizinischen Fakultät Hofrat Professor Dr. F. H. Meyer, Kommerzialrat Wilhelm Müller, Assistent Dr. Ed. Nobel, Generalmajor A. Edler v. Obermayer, Vizedirektor der Sternwarte Regierungsrat Dr. Palisa, Vorstand der Universitätskinderklinik Professor Dr. Freiherr v. Pirquet, Privatdozent Dr. Rudolf Pöch, Dr. Paul Ritter v. Schrott von der Hof- und Staatsdruckerei, Universitätsprofessor Dr. Julius Tandler, Professor Ed. Valenta von der Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt und Direktor des Botanischen Universitätsinstituts Hofrat Professor Dr. v. Wettstein.

**Photogrammetrische Arbeiten von der Afrika-Expedition des Architekten Kmunke.** Wie wir hören, wird gegenwärtig an der Verwertung der geodätischen Aufnahmen des Architekten Kmunke, die er anläßlich seiner Expedition in Zentralafrika gemacht hat, gearbeitet; der Bergkomplex des Elgon und eine Routenkarte sind bereits hergestellt. Über die photo- und stereophotogrammetrischen Arbeiten dieser Expedition werden wir wohl in nächster Zeit Näheres berichten können.

**Photogrammetrische Arbeiten auf der wissenschaftlichen Expedition Seiner Hoheit des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg.** Der Dozent für Photogrammetrie an der Universität in Berlin, Hauptmann Dr. M. Weiß, hat als Oberleutnant an der Expedition Seiner Hoheit des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg teilgenommen und etwa 300 photogrammetrische Aufnahmen in Zentralafrika gemacht. Diese Aufnahmen wurden mit Unterstützung der Königlich preußischen Landesaufnahme in Berlin von Hauptmann Weiß zur Konstruktion von Karten verwertet, über die wir nach Erscheinen des großangelegten Werkes über die erwähnte Expedition in Bälde werden referieren können.

## Literaturbericht.

### Bücherbesprechungen.

Zur Rezension gelangen nur Bücher, welche der Redaktion des „Archives für Photogrammetrie" zugesendet werden.

**Handbuch der Meßbildkunst in Anwendung auf Baudenkmäler und Reiseaufnahmen.** Von A. Meydenbauer, Prof. Dr. phil. h. c. und Dr. Ing. e. h. Regierungs- und Geheimer Baurat a. D. Mit 108 Abbildungen im Texte, 245 Seiten. Halle a. S. 1912. Verlag von Wilhelm Knapp. Preis geh. Mk. 6.—.

Es war nicht unbekannt, daß der Nestor der Meßbildkunst in Deutschland, der Schöpfer und langjährige Leiter der Königl. Meßbildanstalt in Berlin und seit 1909 in Godesberg a. Rh. im Ruhestande domizilierende Geheime Baurat Dr. A. Meydenbauer, an einem Handbuche der Meßbildkunst arbeitet, dessen Herausgabe sich immer wieder verzögerte. Nun ist das Werk erschienen.

Ehe auf den Inhalt des Buches näher eingegangen wird, sei es gestattet, das Vorwort des Verfassers zur Kenntnis unserer Leser zu bringen, in welchem Meydenbauer interessante Darlegungen über die Notwendigkeit und Organisation der Denkmälerarchive bietet und über den Zweck seines Handbuches sich ausspricht.

„In 24jähriger Tätigkeit (1885 bis 1909) war es mir vergönnt, in dem vom verstorbenen Minister v. Goßler zunächst als „Meßbildanstalt" begründeten Denkmälerarchiv einen schon 1858 gefaßten Plan durchzuführen, nämlich die Umkehrung des in der Photographie gegebenen perspektivischen Bildes zur Aufzeichnung von Baudenkmälern zu benutzen. Diese Aufzeichnung mußte frei von Messungsfehlern und der individuellen Auffassung des Zeichnens ausfallen, zugleich aber auch zusammen mit dem photographischen Bilde eine Wiedergabe des Bauwerkes darstellen, wie sie durch kein anderes Mittel erreichbar ist. Zu diesen unzureichenden, noch

dazu unabsehbar kostspieligen Mitteln gehören auch die mehrfach geplanten **Architekturmuseen**, die bestenfalls Sammlungen von isolierten Architekturstücken in Abgüssen darstellen, ohne Zusammenhang mit der künstlerischen Umgebung.

In den Sammelbänden des Denkmälerarchivs sind die Bauwerke in allen Ecken und Winkeln in denkbar günstigsten Beleuchtungsverhältnissen, auch in den dunkeln Unterkirchen, dargestellt, so wie sie dem Auge am Orte erscheinen. Man findet mit leichter Mühe Dinge, die am Orte vollständig verschwinden. Dazu gibt die Zeichnung jedes Maß, das am Orte oder Modell erst gemessen werden muß. Und das alles in bequemster Zugänglichkeit, wie in einer Bibliothek, mit einem Kostenaufwand von einem Bruchteil desjenigen der Modelle und ihrer großen Ausstellungshallen. Wie sehr unser früheres kunstgeschichtliches Material mit Fehlern aller Art durchsetzt war, hat erst die Meßbildkunst an den Tag gebracht. Das Material muß aber in **Zeichnung und Bild** bestehen, während die einseitige Bevorzugung des Bildes in Photographien zu einer Verflachung der Kunstwissenschaft führt, der darum nur das mit Hilfe der Meßbildkunst errichtete **Archiv der Baudenkmäler** vorbeugt. Hier nun werden die Werke der Baukunst ohne jede Zutat des Zeichners, der in der Regel selbst Künstler, seinen Werken ganz unwillkürlich seinen Stempel aufdrückt, der Nachwelt überliefert, so wie sie gewesen sind, bevor der unerbittliche Verkehr oder die natürliche Verwitterung sie dem Erdboden gleichgemacht hat. Niemals wieder wird die Menschheit ähnliches schaffen wie das klassische Zeitalter oder das gothische Mittelalter und ihre Folgschaft, nachdem in der Künstlerschaft die alten Wurzeln der Baukunst, in dem Volke das Verständnis für die großen und kleinen Kunstformen erstorben und Nützlichkeitsprinzip beherrschend geworden ist. Die Hoffnungen, daß die Neuzeit einen gleichen Hochstand erreichen würde, werden sich als trügerisch erweisen (siehe Dom und Opernhaus in Berlin, Bismarckdenkmal am Rhein). Wenns hoch kommt, gucken die alten Muster an allen Ecken hervor. Darum ist die Errichtung von Archiven der alten Bauwerke eine heilige Pflicht des jetzt lebenden Geschlechtes.

Die Aufgabe ist bei weitem nicht so groß, als man angesichts der ungeheueren Anzahl von Bauwerken künstlerischen Inhalts anzunehmen geneigt ist. Sie wäre mit **einem einzigen Archiv** zu erledigen, das die wichtigeren Bauwerke aller Zeiten und aller Völker unter Mitwirkung der gesamten Länder vereinigte, welche auf eine eigene künstlerische Entwicklung zurückblicken können. Erst auf solcher Grundlage ist die Bearbeitung einer **vergleichenden Baugeschichte** möglich, eine Bloßlegung der Fäden, die zu ganz bestimmten Zeiten von dem Kunstschaffen des einen Landes zu dem des andern hinüberdrangen und dann zu anscheinend getrennten Kunstformen sich weiterbildeten. Wie in der Natur die Entstehung der Arten eines aus dem andern sich entwickelte, so trat auch in der Kunst niemals eine Form plötzlich vollendet in die Erscheinung. Den Nachweis des inneren Zusammenhanges würde das **Allgemeine Archiv für Baudenkmäler** erbringen, das seine Erzeugnisse überall um billiges Geld dahin abgeben kann, wo man sie zu Zwecken des Studiums, der baulichen Unterhaltung oder Erneuerung braucht. Wie die innere Einrichtung eines solchen Archives beschaffen sein soll, zeigt das immer noch unter dem Namen „**Meßbildanstalt**" im Staatshaushaltsetat geführte **Preußische Denkmälerarchiv**, das in einigen Räumen der alten **Schinkelschen** Bauakademie am Schinkelplatz untergebracht ist und dessen Erzeugnisse zurzeit auf der diesjährigen **Akademischen Kunstausstellung** in Berlin eine besondere Abteilung bilden. Die photographischen Originalaufnahmen, meist auf Spiegelglas 40 × 40 *cm* groß, rund 1200 Bauwerke auf 14000 Platten umfassend, nehmen zwei Räume von je 25 *qm* und 4 *m* Höhe ein. Rechnet man, daß reichlich die Hälfte nur untergeordneten Wert besitzt und eigentlich den Provinzialarchiven überwiesen werden müßte, so ist erwiesen, daß das Erdgeschoß des genannten Bauwerkes allein schon genügen würde, das **Denkmälerarchiv aller Völker der Erde** aufzunehmen.' Was jetzt in den Werken der einzelnen Forscher, in den kostspieligen Expeditionen aller Kulturländer ohne inneren Zusammenhang mit den gleichartigen

Bestrebungen der anderen Staaten stets Stückwerk bleiben muß, würde vereinigt gleichsam von selbst ein Internationales Archiv der Baudenkmäler bilden. Inzwischen räumt die Zeit unter den uns von den Altvordern überkommenen Resten der Bauwerke gewaltig auf. Es ist Gefahr im Verzuge — wenn nicht die Geschichte mit den sibyllischen Büchern eine traurige Wiederholung erfahren soll. Das Verdienst aber, durch Errichtung des preußischen Denkmälerarchivs die Wege gewiesen zu haben, wie man zu einem Allgemeinen Internationalen Denkmälerarchiv gelangen kann, ohne eifersüchtigem Hüten der heimischen Kunstschätze in den Einzelländern zu nahe zu treten, gebührt dem früheren Minister v. Goßler, mehr aber noch Sr. Majestät dem Kaiser Wilhelm II., der durch Aufträge der Aufnahmen der Salburg, Hochkönigsburg, Hagia Sophia, in Baalbek die Meßbildanstalt trotz jahrelang geübter Zurückhaltung der Berufenen zum Denkmälerarchiv erhoben hat.

Die Bearbeitung des Handbuches verzögerte sich nach einer im Jahre 1892 gedruckten, mehr die photographische Seite behandelnden Ausgabe durch die nur sehr langsamen Fortschritte im Bau der großen Instrumente, die ihrerseits wieder durch die Neuerungen in den Objektiven beeinflußt wurden. Nachdem hier ein merklicher Stillstand eingetreten ist, der kaum noch eine wesentliche Vervollkommnung erwarten läßt, konnte auch im Verfahren selbst ein Abschluß eintreten, der im Handbuch niedergelegt ist.

Die Notwendigkeit eines solchen ergibt sich aus dem Umstande, daß die Meßbildkunst in Anwendung auf künstlerische und archäologische Zwecke, neben ihrer früheren Anwendung auf Gebäudeaufnahmen, auf mehrere Wissensgebiete übergreift, deren Vertreter bis dahin wenig Gemeinsames hatten und denen im Handbuch ein Leitfaden gegeben wird, der zur Erreichung der verschiedenen Zwecke geeignet sein wird."

Der Inhalt des Werkes kommt durch folgende Kapitelüberschriften und Abschnittschlagworte zum Ausdrucke:

I. Einleitung und Geschichte.

II. Geometrische Grundlagen: Dreiecksmessung, Ebeneperspektive, Bildeinrichten, Höhenbestimmung, Verschiebung des Horizontes, Neigung der Achse. Pulfrichs Methode, Schluß.

III. Objektive: Allgemeines, Formeln, Lichtkraft, Blenden, Bildschärfe und Bildwinkel, Brennweite, Teleobjektiv.

IV. Instrumente: Allgemeiner Aufbau, Kamera mit festen Wänden, Balgkamera, Justieren, Libellen, Bussole, Adaptieren gewöhnlicher Kameras.

V. Vorarbeiten am Ort: Aufsuchen der Stand- und Richtpunkte, Sucher, Polygon, Grundmessung, Fadenmessung, Bussolenaufnahme.

VI. Photographische Sondervorschriften: Plattenmaterial, Belichtung, Plattenwechsel, Entwickeln, Behandeln der fertigen Negative, Anfertigen der Kopien.

VII. Auftragen der Zeichnungen: Werkzeug, Bildervorbereitung, flüchtiges Auftragen aus einem Bilde, Genaues Auftragen aus zwei oder mehr Bildern, Auftragen nach Pulfrich, Bussolenaufzeichnen, Fertigzeichnen.

VIII. Praktische Aufgaben: Astronomie, Meteorologie, Kleine Reiseinstrumente, Schlußbemerkung.

Anhang I: Rezepte. Anhang II: Neudruck der ersten Veröffentlichung 1863.

Das mit Liebe und auf Grund von Erfahrungen, die ein Menschenalter umfassen, verfaßte Buch wird zweifellos die freundlichste Aufnahme und Beurteilung in Fachkreisen finden. D.

**Die Praxis des Vermessungsingenieurs.** Geodätisches Hand- und Nachschlagebuch für Vermessungs-, Kultur- und Bauingenieure, Topographen, Kartographen und Forschungsreisende. Mit Unterstützung durch zahlreiche Ministerien, Behörden, wissenschaftliche Institute und Vereine bearbeitet von Alfred Abendroth, Königl. Vermessungsdirigenten bei der Landesaufnahme in Berlin. Mit 129 Textabbildungen und 13 Tafeln. Berlin 1912, Verlagsbuchhandlung Paul Parey. Preis geb. Mk. 28.—.

Der Grundgedanke, dem dieses schöne Werk seine Entstehung verdankt, ist in dem Mangel eines geodätischen Nachschlagebuches zu suchen, worin der Praktiker eine Unterweisung auf allen Gebieten des Vermessungswesens finden könnte. Das Buch ist nicht für Spezialisten als erschöpfendes Nachschlagebuch in ihrem Sonderfache, sondern als Nachschlagebuch in allen anderen Fächern geschrieben, denen sie ferner stehen. In seiner ureigensten Domäne braucht der erfahrene Spezialist kein derartiges Unterrichtsbuch, aber auf den Gebieten fehlt es ihm, wo er sonst nichts oder nur wenig zu tun hat.

Das vorliegende Werk wendet sich daher zuerst an alle diejenigen, welche wissen wollen, wie man sich auf den verschiedensten Gebieten des Vermessungswesens am schnellsten und zweckmäßigsten helfen kann und dann erst mit vorstehend erwähnten Einschränkungen an die, welche das in irgendeinem einzelnen Abschnitte Dargestellte besser zu wissen meinen.

Der Rezensent hat in einer eingehenden Besprechung, veröffentlicht in der „Österreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst, Wien 1912", der Verdienste gedacht, welche sich der Autor Abendroth durch die Herausgabe dieses mühevollen Werkes erworben, das der deutschen Literatur zweifellos zur Zierde gereicht.

Den Leserkreis unseres Organes interessiert jener Teil des Werkes, der der „Photographischen Meßkunst" gewidmet ist. Wir finden im I. Teile des Werkes: Landesvermessung und zwar im Kapitel: Topographie einen Abschnitt: Photogrammetrie, in welchem man eine dem Gesamtwerke angepaßte Darstellung der Verwendung der Photographie in der Topographie erwartet, nämlich die Intersektions-Photogrammetrie Laussedats oder Meßtischphotogrammetrie und der Stereophotogrammetrie. Überraschen muß es, wenn man da auf Seite 255 liest:

> „Auf diese ursprüngliche Form (Photogrammetrie Laussedats) verlohnt es sich aber nicht mehr einzugehen, da sie durch das moderne Verfahren der Stereophotogrammetrie"

vollständig zurückgedrängt worden und veraltet ist.

Dieses harte und unverdient abfällige Urteil über die Photogrammetrie Laussedats kann zum Glücke ihrer sinngemäßen Anwendung von keinem Nachteile sein.

Die Stereophotogrammetrie wird in guter abgerundeter Form gegeben und hiebei die Pulfrichschen Instrumente, der Phototheodolit und Stereokomparator behandelt und in schönen Abbildungen gebracht. Auch über die Genauigkeit der Stereoaufnahmen werden Mitteilungen gemacht.

In dem Abschnitte „Küstenvermessungen" wird die photographische und photogrammetrische Aufnahme für diese Zwecke angedeutet und der stereophotogrammetrischen Aufnahme vom Schiff aus, die den Zweck hat, entfernte und mehr oder weniger schwer zugängliche Objekte von Bord aus zu ermitteln und auf dem Komparator auszumessen, gedacht, wobei auch die Stand-Phototheodolite von Pulfrich zur Abbildung gelangen.

Ein größerer Raum ist der topographischen Aufnahme vom Luftschiffe aus in dem Abschnitte „Die aeronautischen Aufnahmen" gewidmet, wobei die photogrammetrischen Aufnahmen vom Luftfahrzeug, insbesondere die Arbeiten des früh verstorbenen österreichischen Hauptmannes Th. Scheimpflug eingehender besprochen werden und die neuesten Fortschritte der Stereophotogrammetrie mit dem Orelschen Stereoautographen zur Darstellung gelangen; auch werden vorzügliche bildliche Darstellungen dieses schönen Apparates nebst ausgeführten Schichtenplänen zur Widergabe gebracht.

Das Abendrothsche Werk wird zur ersten Orientierung über Stereophotogrammetrie und ihrer Anwendungen in der Topographie, in der Küstenvermessung und für Aereophotogrammetrie zweifellos mit Nutzen herangezogen werden. D.

# Referate über

## a) Fachartikel in wissenschaftlichen Publikationen.

**1. Die Bestimmung der Kernpunkte in der Photogrammetrie.** Dissertation von Horst v. Sanden. Göttingen 1908.

Die vorliegende schöne Arbeit behandelt die Auffindung der Kernpunkte für zwei Bilder einer photogrammetrischen Aufnahme in zwei Fällen.

Im ersten Teil der Arbeit wird die innere Orientierung nicht als bekannt vorausgesetzt. Da müssen bekanntlich sieben Paare entsprechender Bildpunkte aus den Photographien entnommen werden. Nach den Arbeiten über das von Chasles[1]) aufgestellte „Problem der Projektivität" ergeben sich dann als mögliche Lagen des Kernpunktes des einen Bildes die drei Schnittpunkte zweier Kurven dritter Ordnung, welche schon sechs bekannte Punkte gemeinsam haben. Durch Heranziehung eines achten Bildpunktepaares ist noch unter den drei Punkten der wirkliche Kernpunkt herauszufinden. Hier wird die Aufgabe nach einem von Professor Runge (Göttingen) in seiner Vorlesung über Photogrammetrie (1907) angegebenen Verfahren analytisch (mit einer Art von Teilverhältniskoordinaten) behandelt. Durch Benützung eines 8. Bildpunktepaares gelingt es, die Sache auf die Auflösung eines Systemes von fünf linearen Gleichungen zurückzuführen. Bei Verwendung von mehr als 8 Punktepaaren kann eine Ausgleichung der Werte nach der Methode der kleinsten Quadrate stattfinden. Mit Zugrundelegung von zehn Punktepaaren ist dann ein Beispiel durchgerechnet, welches zeigt, daß hier wirklich eine praktisch brauchbare Methode (nicht eine bloße Zungenlösung)[2]) vorliegt.

Im zweiten Teil der Arbeit wird die innere Orientierung als bekannt vorausgesetzt, ferner sollen die Bilder von vier beliebigen Punkten einer Objektebene gegeben sein. Um in diesem Falle die Kernpunkte zu finden, wird der Umstand benützt, daß die zu den Punkten und Geraden der Objektebene gehörigen Sehbündel sich in perspektiver Lage befinden, wobei alle durch die Verbindungsgerade der Sehpunkte gehenden Ebenen sich selbst entsprechen. Durch das, was als gegeben vorausgesetzt wurde, kennt man für die beiden kollinearen Sehbündel zwei entsprechende Vierkante und die Orientierung der beiden Bildfelder kommt darauf hinaus, die kollinearen Bündel in perspektive Lage zu bringen[3]). Diese Aufgabe wird nun analytisch und teilweise auch konstruktiv gelöst, wobei die zu den Sehpunkten gehörigen isotropen Kegel, oder anders gesagt, die zu den Distanzkreisen gehörigen Antipolaritäten benützt werden. Die durch Konstruktion erhaltenen Elemente werden vermessen, die gefundenen Koordinaten als Näherungswerte benützt und im Wege der Ausgleichsrechnung verbessert. Es wird dann darauf hingewiesen (S. 37), daß man mit Hilfe des Komparators auf den Platten wirklich entsprechende Punkte finden kann, welche zu Objektpunkten gehören, die auf derselben Ebene liegen. Zum Schlusse wird noch der Fall betrachtet, daß die Objektpunkte nur annähernd auf einer Ebene liegen, was bei Ballonaufnahmen verwertbar ist.

Zu dieser in theoretischer und praktischer Hinsicht sehr beachtenswerten Abhandlung wären nur folgende kleine Bemerkungen zu machen:

S. 26. Der Schnittpunkt von |1, 2| und |I, II| ist schon ein gemeinsamer Punkt der beiden Kegelschnitte und die übrigen 3 Schnittpunkte bilden das Doppelpunktsdreieck (siehe z. B. Th. Schmid, „Über kubische Aufgaben", Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1906, 115. Bd.).

---

[1]) Chasles, Nouv. Ann. de math. 14 (1855) [Poudra, Jonquières, Cremona, Hesse, Sturm].

[2]) Reye, Zeitschr. f. Math. u. Phys. 11. Jg. 1866.

[3]) Der Gedanke wurde zuerst von Professor S. Finsterwalder angegeben, aber nicht weiter verfolgt (Abhandlungen der math.-phys. Kl. d. kön. bayrisch. Akademie d. Wissensch. 1906, 22. Bd.).

S. 29 (§ 6). Es ist nicht zweifelhaft, auf welcher Seite des Doppelpunktsdreieckes sich die hyperbolische Involution ergibt. Denn ein Paar von doppelt konjugierten Geraden schneidet auf jeder Seite ein Punktepaar der betreffenden Involution ab und man sieht sofort, auf welcher Dreieckseite dieses Punktepaar durch das Eckpunktepaar nicht getrennt wird; man braucht also nicht zu probieren.

S. 30. Zwei kollineare Bündel, welche durch entsprechende Vierkante gegeben sind, können im selben Scheitel auf vierfache Art in perspektive Lage gebracht werden. Sind nämlich zwei entsprechende kongruente Ebenenbüschel zur Deckung gebracht, so tritt die perspektive Lage noch einmal ein, wenn man das eine Bündel um die Achse dieser Ebenenbüschel um den Winkel $\pi$ dreht.

**2. Über einige Orientierungsprobleme der Photogrammetrie.** Von Erwin Kruppa in Czernowitz. Sitzungsber. d. kais. Ak. d. Wiss. i. Wien; mathem. Klasse 1912, 121. Bd., Abt. IIa.

In dieser hübschen Abhandlung werden „Orientierungsaufgaben" der Photogrammetrie unter zwei Gesichtspunkten behandelt. Einerseits wird nach der Methode der Konstantenabzählung vorläufig geprüft, ob die gegebenen Bildelemente eine Mindestzahl vorstellen, welche zu einer endlichen Anzahl von Lösungen der Aufgabe führt. Anderseits soll die Verwertbarkeit des absoluten Kugelkreises zur Lösung von Orientierungsaufgaben gezeigt werden. Beide Gesichtspunkte wurden bisher nur vereinzelt bei Orientierungsaufgaben berücksichtigt[1]. Zunächst sind zwei Perspektiven mit ihrer inneren Orientierung (Hauptpunkte und Distanz $k$) als gegeben vorausgesetzt. Die imaginären Kreise, welche die Hauptpunkte als Mittelpunkte und $k \,.\, i$ als Radius haben, sind die Bilder $i'$ und $i''$ des absoluten Kugelkreises. Der Verfasser zeigt nun die zwei Sätze:

1. Zwei Perspektiven können im allgemeinen auf zwei Arten in orientierte Lage gebracht werden, wenn ihre innere Orientierung $(i', i'')$, eine Kollineation $\varphi$ zwischen den Bildebenen, deren Punktepaare die Bildpaare der Punkte einer Ebene $\sigma$ des Raumes vorstellen, und eine Abmessung des Objektes gegeben sind.

2. Die Kernpunkte sind die reellen Schnittpunkte der gemeinsamen Tangenten der Kegelschnittspaare $[i', i'' \varphi^{-1}]$ und $[i' \varphi, i'']$; sie gehören durch $\varphi$ paarweise zusammen; die reellen Sehnen dieser Kegelschnittspaare, durch $\varphi$ gepaart, sind die Bilder von zwei Geraden in $\sigma$, von denen die eine die uneigentliche Gerade von $\sigma$ ist.

Der 1. Satz soll eine Verschärfung des Satzes von Finsterwalder (Geom. Grundlagen, S. 15) sein. Er ist aber nicht deutlich. Wenn die Bilder eines räumlichen Objektes vorliegen, kann für sie nur das eine der beiden gefundenen Kernpunktepaare gelten. Ist dann etwa der Abstand der beiden Sehpunkte $R$, $S$ gemessen, so ist außer dem ursprünglichen Objekte noch ein zweites möglich, welches mit ihm harmonisch perspektiv kollinear ist ($R$ als Zentrum und die in $S$ zu $RS$ senkrechte Ebene als Kollineationsebene). Für ein ebenes Objekt können beide Kernpunktepaare benützt werden.

Der 2. Satz enthält in wenigen Worten eine Lösung der Aufgabe, welche Herr v. Sanden im zweiten Teil seiner vorhin besprochenen Arbeit behandelt. Eine konstruktive Durchführung findet nicht statt. Bei näherer Überlegung ist zu ersehen, daß die beiden Lösungen dem Wesen nach identisch und nur in der Ausdrucksweise verschieden sind. Schließlich wird noch die Möglichkeit von acht ähnlichen Aufgaben gezeigt, von welchen die letzte sich auf drei Perspektiven bezieht.

Da der hier gezeigte Weg zur Aufsuchung der Kernpunkte weitaus einfacher ist als die konstruktive Bestimmung aus sieben beliebigen Bildpunktpaaren, hofft

[1] Für den ersten wäre zu nennen: „E. Waelsch in Steiners Photogrammetrie S. 52", für den letzteren: „Finsterwalders wertvoller Bericht über die geometrischen Grundlagen der Photogrammetrie 1899" und die vorhin besprochene Arbeit von Sandens (1908). Für andere darstellend-geometrische Zwecke hat Herr Kruppa schon in einigen Arbeiten Gebrauch gemacht, angeregt durch „E. Müller, Die darstellende Geometrie als eine Versinnlichung der abstrakten projektiven Geometrie. Jahresber. d. D. M. V. 1905."

der Verfasser, daß die Sache auch Eingang in die Praxis finden wird. Dabei ist aber zu bedenken: Wenn man die Bilder von 4 Punkten einer Objektebene als bekannt voraussetzt, so wird es immer möglich sein, auch noch die Bilder von zwei beliebigen anderen Raumpunkten den Photographien zu entnehmen und dann wird die Auffindung der Kernpunkte eine einfache lineare Aufgabe. Anderseits gehen manche Praktiker auf den Begriff der Kernpunkte überhaupt nicht ein. So kommt in dem kürzlich erschienenen „Handbuch der Meßbildkunst" von A. Meydenbauer das Wort „Kernpunkt" gar nicht vor und die Leistungen Haucks sind in der „Vorgeschichte" mit einigen nicht gerade anerkennenden Worten (S. 22) abgetan.

Da die mehrerwähnte Aufgabe bei v. Sanden nur teilweise konstruktiv behandelt ist und Herr Kruppa auf die Konstruktion selbst nicht eingeht, so wird es vielleicht einem geschätzten Leserkreise nicht unangenehm sein, eine vollständige Durchführung der Konstruktion vor sich zu sehen. Es wird sich dann jeder einzelne selbst ein Urteil darüber bilden können, ob ihm die Sache brauchbar erscheint. Herr Professor Dokulil war so freundlich, mir eine Aufnahme eines gezeichneten Vierseites zu machen. Aus den zwei Bildern und der für den Apparat konstanten Distanz $k = 243{\cdot}6$ *mm* habe ich dann die Konstruktion der Kernpunkte vorgenommen; die Reinzeichnung besorgte mein Assistent Herr E. Menzl.

Für den Sehpunkt $R$ ergibt sich das Bildfeld $\varphi'$ mit dem Vierseite der Geraden $a'$, $b'$, $c'$ $d'$ und für den Sehpunkt $S$ ergibt sich das Bildfeld $\varphi''$ mit dem Vierseite der Geraden $a''$, $b''$, $c''$, $d''$ (Tafel[1]). Diese zwei entsprechenden Vierseite bestimmen eine Kollineation $\varphi$, zu welcher auch eine Kollineation der beiden Sehbündel $R$ und $S$ gehört. Zunächst sind die Reihen $a'$, $a''$ mit Hilfe eines Perspektivitätszentrums $(A)$ vervollständigt und die Gegenpunkte $A_v'$, $A_u''$ gesucht; ebenso sind die Reihen $d'$, $d''$ mit Hilfe eines Perspektivitätszentrums $(D)$ vervollständigt und die Gegenpunkte $D_v'$, $D_u''$ ermittelt. Dann ist $A_v' D_v' = v'$ die Verschwindungsgerade von $\varphi'$ und $A_u'' D_u'' = u''$ die Fluchtgerade von $\varphi''$. Ist $[H'', k]$ der Distanzkreis des zweiten Bildes, so ist $[H'', k . i]$ die Basis des isotropen Kegels mit der Spitze $S$. Diesem Kegel entspricht in dem kollinearen Bündel $R$ ein Kegel, welcher die imaginäre Ellipse als Basis hat, die dem imaginären Kreise $[H'', k . i]$ in der Kollineation $\varphi^{-1}$ entspricht. Dem Kreisdurchmesser $m''$, welcher zu $u''$ senkrecht ist, entspricht ein Durchmesser $m'$ der imaginären Ellipse: dem Pole $O''$ der Fluchtgeraden $u''$ in bezug auf den Kreis entspricht der Mittelpunkt $O'$ der Ellipse. Dem Hauptpunkte $H''$ entspricht ein Punkt $H'$ und dem uneigentlichen Punkte von $m''$ entspricht $M_v'$; dann liegt auf $m'$ eine Involution von konjugierten Punkten, für welche $O'$ der Zentralpunkt und $H'$, $M_v'$ ein Punktepaar ist, woraus man die Potenzpunkte konstruieren kann. Die Gerade $r''$, welche durch $O''$ parallel zu $u''$ geht, enthält eine Involution von konjugierten Punkten, welche $O''$ als Zentralpunkt und die Punkte $P''$ als Potenzpunkte hat; die Punkte $P''$ ergeben sich durch den Kreis, welcher $O''$ als Mittelpunkt hat und durch die Endpunkte $F''$, $G''$ des zu $u''$ parallelen Durchmessers $p''$ des Distanzkreises geht. Die entsprechende Gerade $r'$ ist der zu $v'$ parallele Durchmesser der imaginären Ellipse; auf $r'$ liegt eine Involution von konjugierten Punkten, welche $O'$ als Zentralpunkt und die Punkte $P'$ als Potenzpunkte hat. Damit sind die wichtigen Elemente der Polarität des imaginären Kegelschnittes gefunden.

Bezeichnet man jetzt den Hauptpunkt des ersten Bildes mit $O_1$, so ist nun die Polarität des imaginären Kreises $[O_1, k . i]$ und jene des gefundenen imaginären Kegelschnittes in Betracht zu ziehen. Um das gemeinsame Poldreieck zu finden[2], untersucht man die Kollineation, für welche die Pole einer Geraden in bezug auf die beiden Kegelschnitte entsprechende Punkte, ferner die Polaren eines Punktes

[1] Aus den beiden nebeneinanderliegenden Bildern sind die Vierseite und die Hauptpunkte nach abwärts verschoben

[2] Th. Schmid, „Über kubische Aufgaben", Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, 1906, 115. Bd.

in bezug auf die Kegelschnitte entsprechende Geraden sind. Dem Mittelpunkte $O_1$ entspricht also der Mittelpunkt $O'$ als $O_2$; die Polare von $O_2$ in bezug auf den imaginären Kreis ist die Verschwindungsgerade $v_1$ und die Polare von $O_1$ in bezug auf den imaginären Kegelschnitt ist die Fluchtgerade $u_2$. Es wurden dann die Symmetrieachsen $w_2$ und $w_1$ konstruiert, auf welchen sich durch Winkelübertragungen die Scheitel $L_1$, $L_2$ der gleichlaufend kongruenten Strahlbüschel und die Scheitel $N_1$, $N_2$ der ungleichlaufend kongruenten Strahlbüschel der kollinearen Felder $\varphi_1$ und $\varphi_2$ ergeben. Die Büschel $L_1$, $L_2$ erzeugen einen Kreis und die Büschel $N_1$, $N_2$ erzeugen eine gleichseitige Hyperbel. Diese beiden Linien gehen durch den Schnittpunkt von $w_1$ und $w_2$ hindurch; die drei übrigen Schnittpunkte sind die Eckpunkte $X_{12}$, $Y_{12}$, $Z_{12}$ des Doppelpunktsdreieckes der Kollineation, welches auch das gemeinsame Poldreieck der beiden Polaritäten ist. Verbindet man die drei Eckpunkte mit dem Sehpunkt $R$, so sind die Verbindungsgeraden die Achsen des Kegels, welcher den imaginären Kegelschnitt als Basis besitzt. Sie bilden auch ein orthogonales Dreikant des Bündels $[R\,\varphi']$, welchem wieder ein orthogonales Dreikant des Bündels $[S\,\varphi'']$ entspricht.

Die Paare doppelt konjugierter Punkte in bezug auf die beiden Kegelschnitte werden aus den Eckpunkten $X_{12}$, $Y_{12}$, $Z_{12}$ des gemeinsamen Poldreieckes durch je eine Strahleninvolution projiziert, für welche die Seiten des Dreieckes je ein Strahlenpaar bilden. Dem Punkte $O_1$ ist der uneigentliche Punkt der Fluchtgeraden $u_2$ doppelt konjugiert. Verbindet man diese zwei Punkte mit $X_{12}$, $Y_{12}$, $Z_{12}$, so erhält man je ein zweites Strahlenpaar der Involution. Die Doppelstrahlen dieser Involutionen sind die Paare gegenüberliegender Seiten des Viereckes der Schnittpunkte der beiden Kegelschnitte. Weil nun diese Punkte hier imaginär sind, so kann nur ein Seitenpaar reell sein. Nur für $Z_{12}$ ist hier die Involution ungleichlaufend. Durch Übertragung dieser Involution auf den schon gezeichneten (von den Büscheln $L_1$, $L_2$ erzeugten) Kreis findet man die Doppelstrahlen $s$, $t$. Diese zwei reellen Seiten des Viereckes der Schnittpunkte sind die Spuren der zyklischen Ebenen des Kegels, welcher $R$ als Spitze und den imaginären Kegelschnitt als Basis hat. Auf diesen Ebenen liegen Strahlbüschel des Bündels $[R\,\varphi']$, welche den entsprechenden Strahlbüscheln des Bündels $[S\,\varphi'']$ kongruent sind; denn die entsprechenden projektiven Strahlbüschel haben unendlich viele Paare von Normalstrahlen.

Die Paare doppelt konjugierter Geraden schneiden auf den Seiten des Doppelpunktdreieckes Punktinvolutionen ab, für welche die Eckpunkte je ein Punktepaar bilden. Der Geraden $O_1\,O_2$ ist die uneigentliche Gerade doppelt konjugiert; daher schneidet die Gerade $O_1\,O_2$ auf den Seiten des Dreieckes die Zentralpunkte der Involutionen aus. Die Doppelpunkte dieser Involutionen sind die gegenüberliegenden Eckpunkte des Vierseites der gemeinsamen Tangenten der beiden Kegelschnitte. Weil nun diese Tangenten hier imaginär sind, so kann nur ein Eckpunktepaar reell sein. Nur auf der Seite $z_{12} = X_{12}\,Y_{12}$ liegt hier der Zentralpunkt außerhalb der Seite. Auf dieser Seite ist also die Involution ungleichlaufend und hat reelle Doppelpunkte $S'$, $T'$. Diese reellen Eckpunkte des Vierseites der gemeinsamen Tangenten sind die Spuren der Fokalgeraden des Kegels, welcher $R$ als Spitze und den imaginären Kegelschnitt als Basis hat. Diese Fokalgeraden sind auch Achsen von Ebenenbüscheln des Bündels $[R\,\varphi']$, welche den entsprechenden Ebenenbüscheln des Bündels $[S\,\varphi'']$ kongruent sind.

Sucht man zu $S'$, $T'$ die entsprechenden Punkte $S''$, $T''$ in $\varphi''$, so sind $S'$, $S''$ und $T'$, $T''$ die möglichen Kernpunktepaare, wenn nur die Objektebene in Betracht kommt; für das räumliche Objekt gilt aber nur das eine Paar, nämlich $S'$, $S''$. Dabei ist $S''$ zugleich die zweite Projektion $R''$ des Sehpunktes $R$. Bringt man jetzt die kongruenten Ebenenbüschel $RS'$ und $SR''$ zur Deckung, so hat man eine orientierte Lage gefunden. Dreht man das Bündel $S$ um die gemeinsame Achse um den Winkel $\pi$, so hat man wieder eine orientierte Lage. Die beiden hiebei auftretenden Objekte sind harmonisch perspektiv kollinear mit $R$ als Zentrum

und mit der zu *RS* im Punkte *S* senkrechten Ebene als Kollineationsebene. Durch Verschiebung des Bündels *S* in der Richtung der gemeinsamen Achse erhält man perspektiv ähnliche Objekte mit dem Zentrum *R*.

Theodor Schmid.

**Einfache und stereoskopische Bildmessung im reinen Felsgebiete.** Von Dr. J. F. Scheck, veröffentlicht in „Landeskundliche Forschungen", herausgegeben von der „Geographischen Gesellschaft" in München, Heft 14, 1912.

Was die Photogrammetrie im Dienste der Gletscheraufnahme zu leisten vermag, hat Geheimer Hofrat Prof. Dr. S. Finsterwalder in seinen grundlegenden Arbeiten über Vermessung von Gletschern erwiesen; seine Gletscherkarten repräsentieren unstreitig das Beste, was in dieser Richtung geleistet wurde.

Scheck, ein Schüler Finsterwalders, die Kartographie als Grundlage aller modernen geographischen Forschung würdigend, lenkte seine Aufmerksamkeit auf die photogrammetrische Aufnahme der Felsenregion und wählte für Zwecke seiner Studien das Kaisergebirge aus.

Seine umfassende Publikation gliedert sich in mehrere Teile:

I. Geodätischer Teil;
II. Einfache Bildmessungen;
III. Stereoskopische Bildmessungen und
IV. Kartographischer Teil.

Im ersten Teil schildert Scheck, wie er sich durch geodätische Arbeiten die Grundlagen für die photogrammetrischen Aufnahmen geschaffen hat. Es wurde ein grundlegendes Netz über die Berggruppe des Kaisergebietes gespannt, welches in günstiger Weise an die Triangulationen zweier Staaten: Bayern und Österreich angeschlossen wurde; für die Höhenlage wurden die Koten der österreichischen Originalaufnahme verwertet.

Scheck bespricht die Signalisierung der Punkte des Triangulierungsnetzes, die Winkelmessung und die hiezu verwendeten Instrumente, die Winkelmessungen selbst, die Höhenmessungen und geht dann auf die photogrammetrischen Arbeiten über.

Was die photographischen Aufnahmen betrifft, so unterscheidet Scheck:

1. die einfachen Bildmessungen oder Aufnahmen nach der Intersektionsmethode von Laussedat und
2. die stereoskopischen Bildmessungen.

Die Aufnahme der Bilder für die einfache Bildmessung geschah in der Hauptsache mit dem Phototheodolite des geodätischen Instituts der königl. Technischen Hochschule in München, einer Konstruktion von Prof. Finsterwalder, ausgeführt vom math.-mech. Institut Ott in Kempten; die Brennweite der Photokamera war 152·40 *mm* und das Plattenformat betrug $13 \times 18$ *cm*.

Scheck gibt eine kurze Darstellung der Feldarbeiten, geht dann auf eine gründliche Besprechung der Hausarbeiten über; es kommen bei der Auswertung ausschließlich Papierpositive zur Anwendung, nach welchen in der Hauptsache gearbeitet wurde. Es wird der Schrumpfung der Papierpositive in Länge und Breite die gebührende Aufmerksamkeit gewidmet und Scheck hat zur Gewinnung einer Übersicht über die Verhältnisse der Bildweiten bei verschieden großer Schrumpfung aus dem vorhandenen Material 100 Bilder ohne Wahl entnommen, ausgemessen und daraus eine instruktive Tabelle über die Variation der Bildweite zusammengestellt. Es ergab sich eine Schwankung der Bildweite rund von 151·7 bis 152·2 *m*, also 0·5 *mm*, eine Größe, die unbedingt berücksichtigt werden muß.

Einen wesentlichen und sehr dankenswerten Teil der Arbeit bilden Fehleruntersuchungen, welche Scheck bezüglich der Horizontalposition und der Hohenbestimmung von Punkten anstellte.

Über die Horizontalposition wird im allgemeinen nur ein dritter Strahl Aufschluß geben können; aus den fehlerzeigenden Dreiecken erhielt Scheck bei seinen Distanzen bis 3000 *m* eine Unsicherheit von 0 bis 10 *m*; der mittlere Koordinatenfehler bestimmte sich mit $\pm$ 1·6 *m*. Bei der mittleren Entfernung von

1 807 *m* eines Punktes vom Aufnahmeorte ergab sich ein mittlerer Fehler der Horizontalvisur von ± 3′. Allgemein kann der mittlere Koordinatenfehler eines aus drei Strahlen konstruierten Punktes gleich $\frac{1}{1000}$ der mittleren Strahlenlänge angenommen werden.

Was die Genauigkeit der Höhenbestimmung betrifft, so wurden mehrere tausend Punkte, die aus zwei und drei Standpunkten bestimmt worden sind, zur Untersuchung verwertet.

Scheck gibt interessante Tabellen, aus denen man den mittleren Fehler in der Höhe pro 1 *km* sehr gut verfolgen kann. Der mittlere Fehler einer Höhenbestimmung pro 1 *km* liegt zwischen 1·05 und 1·24 *m*.

Bei wirklich berechneten mittleren Fehlern zeigen sich bei 1000 Punkten: 17·7% mit einem mittleren Fehler unter 0·5 *m*, 66·8% mit einem solchen von 0·5 bis 1·5 *m* und der Rest von 15·5% mit einem mittleren Fehler von 1·5 bis 4·3 *m*; dabei sind die Fehler über 2·0 *m* mit nur 5·8% beteiligt.

Die stereoskopische Bildmessung erfolgte mit verschiedenen Instrumenten, von welchen wohl der Zeisssche Feldphototheodolit im Formate 9 × 12 *cm* das geeignetste war.

Scheck schildert eingehend die Feldarbeiten; er beginnt mit der Rekognoszierung zur Ermittlung der Standpunkte für die Aufnahme. Nach Auswahl der Standpunkte schildert er die topographischen Arbeiten zur Festlegung der Basisendpunkte und die stereophotogrammetrischen Aufnahmen.

Da für das Ergebnis der Bildmessung direkt die Basis in Frage kommt, so wird der Bestimmung der Basislänge ganz besondere Aufmerksamkeit zugewendet.

Bei Durchführung der photographischen Arbeiten rät Scheck sich zur Regel zu machen, nach einem bestimmten Schema zu arbeiten, weil sonst leicht Handgriffe unterlassen werden, welche ein Gelingen der Aufnahme in Frage stellen. Es werden Spiegelglasplatten zur stereophotogrammetrischen Aufnahme empfohlen und darauf hingewiesen, daß zur Ausmessung im Stereokomparator tadellos klare Negative erwünscht seien.

Die Verarbeitung des stereophotogrammetrischen Aufnahmematerials wird von Scheck sehr gründlich behandelt, wobei die Wirkungsweise und Einrichtung des Stereokomparators als bekannt vorausgesetzt wird. Aus einer Reihe von Beobachtungen, die Scheck auch mit einer Reihe von Personen durchgeführt hatte, hat sich ergeben, daß 0·01 *mm* sowohl im monokularen wie stereoskopischen Einstellen mit Sicherheit erreicht werden kann, vorausgesetzt, daß die Bilder gut, die Platten fein und der Beobachter stereoskopisch sicher zu sehen befähigt ist.

Mit Rücksicht auf die weitere rechnerische und zeichnerische Auswertung der gemessenen Parallaxen wurden drei Methoden verwertet:

1. die Ausmessung nach gleichen Parallaxen, d. h. gleichen Abständen der gemessenen Punkte von der Basis und damit verknüpft Differenzmessungen für geringe Änderungen dieser Abstände;
2. das Messen nach Lotebenen durch den Aufnahmestandpunkt und
3. das Messen einzelner Punkte.

Für die Kartierung der stereoskopischen Aufnahmen wurden die von der Firma Zeiss angegebenen Hilfsmittel mit Erfolg verwendet.

Der Verfasser der vorliegenden schönen Studie geht auch auf die Genauigkeit der Stereoaufnahmen ein; er vergleicht die stereophotogrammetrisch ermittelten Abstände mit den bekannten geodätisch bestimmten Distanzen. Den theoretischen Abstandsfehler rechnet er aus der gebräuchlichen Fehlerformel:

$$\Delta D = \frac{D^2}{b \cdot f} \cdot \Delta p,$$

wobei bei der Annahme einer mittleren Entfernung der Punkte von der zugehörigen Grundlinie mit 3000 *m* und des mittleren Parallaxenfehlers $\Delta p = 0{\cdot}01$ *mm*, falls $b =$ 7[illegible]5·7 *m*, respektive = 358·0 *m* ist, sich rund ergibt:

$$\Delta D = \pm 1{\cdot}0\ m$$
$$\Delta D = \pm 2{\cdot}0\ m.$$

Im allgemeinen haben sich die gefundenen Abstandsfehler im 2- bis 4fachen Betrage der berechneten gehalten, freilich kamen auch Abweichungen bis zum 10fachen Betrage vor.

Was die Höhenfehler betrifft, fand Dr. Scheck, daß sie für alle Entfernungen zwischen 0·4 und 2·1 *m* schwanken.

Im übrigen müssen wir auf die sehr lesenswerten Ausführungen des Autors verweisen und können seiner Bemerkung: „daß bis auf den heutigen Tag keinerlei Ergebnisse über die erreichbaren und erreichten Genauigkeitsgrade für die stereoskopischen Bildmessungen bekannt wurden, die sich auf praktische Versuche im Felde stützen" nur beipflichten. Die von der Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" eingeleiteten Genauigkeitsuntersuchungen dürften wohl in diese wichtige Frage Klarheit bringen.

Dr. Scheck hat auch Aufnahmen mit verschwenkten Platten gemacht; er findet, daß diese Aufnahmen mehr oder weniger zeitraubend sind, je nachdem eine Rechts- oder Linksverschwenkung vorliegt. Er ist der Anschauung, daß das Arbeiten mit verschwenkten Achsen tunlichst zu vermeiden ist, falls nicht Auftrageapparate zur Verfügung stehen, welche die Verarbeitung der Aufnahmen ebenso leicht wie die Ausarbeitung normaler stereoskopischer Aufnahmen gestatten.

Interessant ist der Versuch, der gemacht wurde, um festzustellen, ob stereophotogrammetrische Aufnahmen auch mit photogrammetrischen Instrumenten ausgeführt werden können, die nicht jene Präzision für die Parallelstellung der Kameraachsen besitzen, wie eigene hiezu konstruierte Präzisionsinstrumente. Da zeigte es sich, daß dies möglich ist. Auch unsere Untersuchungen in dieser Richtung bestätigen diese Tatsache, welche insbesondere deshalb von Wichtigkeit wird, weil an der Erforschung fremder Gebiete einfache und stereoskopische Bildmessung regen Anteil nehmen sollen, was wohl dadurch besonders erleichtert wird, daß die Hauptforderungen: Einfachheit der Instrumente, leichte Handhabung derselben und nicht zuletzt geringes Gewicht in den Bereich des Erfüllbaren gerückt sind.

Der vierte kartographische Teil der sehr interessanten Studie bespricht die Wahl des Maßstabes, welche für die Darstellung der Felsen in Schichtenlinien zweckmäßig mit 1 : 10.000 gewählt wurde. Die Verwertung der einfachen und stereoskopischen Bildmessung gestattete nicht nur die schwierigsten Felsgelände des Zahmen Kaisers darzustellen, sondern eine Menge von Details im Vorterrain. Das Resultat der interessanten, aber auch mühevollen Arbeiten des Dr. Scheck sind vorläufig die beiden schönen Karten:

1. Das Felsgebiet des Kaisergebirges, Blatt I: Zahmer Kaiser, Maßstab 1 : 10.000.
2. Das Plateau des Zahmen Kaisers im Maße 1 : 2500.

Den für die Kartographie wichtigen Satz: „Von allen an eine Karte zu stellenden Anforderungen stehen aber die Richtigkeit und Genauigkeit oben an" würdigend, widmet der Autor einen größeren Abschnitt der Besprechung der Genauigkeit der für die Kartendarstellung maßgebenden Festlegung der Höhen- und Horizontalposition der grundlegenden Punkte der Karte. Leider verbietet es uns der zur Verfügung stehende Raum eingehender über diesen Punkt zu referieren, und wir müssen uns begnügen, auf die Originalausführungen Dr. Schecks, die große Sachkenntnis und objektive Darstellung bekunden, hinzuweisen, sowie auf den Anhang der Studie die Aufmerksamkeit zu lenken, welcher über das einfachste und billigste Verfahren für die Kartenwiedergabe lehrreiche Betrachtungen bringt.

Die vorliegende Studie ist in vieler Beziehung wertvoll; sie behandelt eine Fülle von wichtigen Fragen der „Photographischen Meßkunst", die sich einstellen, wenn man an die praktische Ausführung photogrammetrischer Arbeiten schreitet. Die Arbeit des Dr. Scheck kann unstreitig das Verdienst in Anspruch nehmen, in streng objektiver Weise eine Fülle wichtiger Fragen erörtert zu haben, wofür ihm der wärmste Dank und volle Anerkennung gezollt werden muß.

Die Studie Dr. Schecks sei allen, die sich für die „Photographische Meßkunst" interessieren, wärmstens empfohlen. D.

## b) Fachliche Vorträge.

**„Über Stereo-Photogrammetrie"** hielt am 23. Juli 1912 Landmesser Schiller zu Dortmund im dortigen naturwissenschaftlichen Verein vor einer gut besuchten Versammlung einen Vortrag, über den wir nachträglich berichten. Nach einer kurzen Einleitung über das Wesen der allgemeinen Photogrammetrie wurde das stereoskopische Sehvermögen des Menschen geschildert und die Erhöhung der Plastik, das bessere Erkennen von Tiefenunterschieden durch künstliche Vergrößerung des Augenabstandes besprochen. Der Zeisssche Entfernungsmesser und das Prinzip der wandernden Marke leiteten zu der Theorie der Stereophotogrammetrie über. Es folgte die Erklärung der Instrumente, des Phototheodolits und des Stereokomparators und die Darlegung der Konstruktion der Pläne. Ferner fanden die Standphototheodolite, ihre Montierung an Bord von Schiffen und die mit diesen Instrumenten zu leistenden Arbeiten Erwähnung, desgleichen wurden die Theorie und der Bau des Stereometers nebst Kamera, sowie das Blinkmikroskop erläutert. Ein Hinweis auf das umfangreiche Arbeitsgebiet und die besonders in der Astronomie erstrebten Ziele bildete den Schluß des eineinhalbstündigen Vortrages, der durch von der Firma Zeiss zur Verfügung gestellte Lichtbilder auf das beste unterstützt wurde.

**„Über Stereo-Photogrammetrie."** Vortrag von Dr. C. Pulfrich (Autoreferat über einen am 6. November 1912 auf dem Jenaer Photo-Kursus des Zeisswerkes gehaltenen Vortrag).

Die älteste Art der Bildmeßkunst gründet sich ausschließlich auf die Gesetze der Perspektive und es ist ein Prüfstein für die Güte der Bilder älterer Meister, daß man nach einem solchen Bilde (z. B. bei Dürer) Grundriß und Aufriß der in Gemälden dargestellten Gegenstände unter bestimmten Voraussetzungen rekonstruieren kann. Mit dem Auftreten der Photographie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts beginnt die sogenannte Photogrammetrie, ein Verfahren, welches ermöglicht aus zwei Photographien durch Strahlenziehen oder Rechnung den Grundriß des aufgenommenen Gegenstandes zu konstruieren. Um einen möglichst sicheren Schnitt zu erzielen, werden die Standorte für die Aufnahmen so weit auseinander gerückt, daß die horizontalen Achsen der beiden Kameras nahezu senkrecht zueinander stehen, und es war die Regel, daß man unter 30 Grad Konvergenzwinkel nicht herabgehen darf. Das Verfahren hat nur in vereinzelten Fällen praktische Verwendung gefunden. Vor einigen Jahren hat in Österreich ein Fachmann gesagt, daß über die Photogrammetrie in den letzten 50 Jahren mehr geschrieben worden sei, als Pläne nach ihr ausgeführt wurden. Der Grund hierfür liegt in der Schwierigkeit des Identifizierens zusammengehöriger Bildpunkte und daher hat die Photogrammetrie nur in der Architektur (Meydenbauer, Königl. Meßbildanstalt, Berlin) festen Fuß gefaßt.

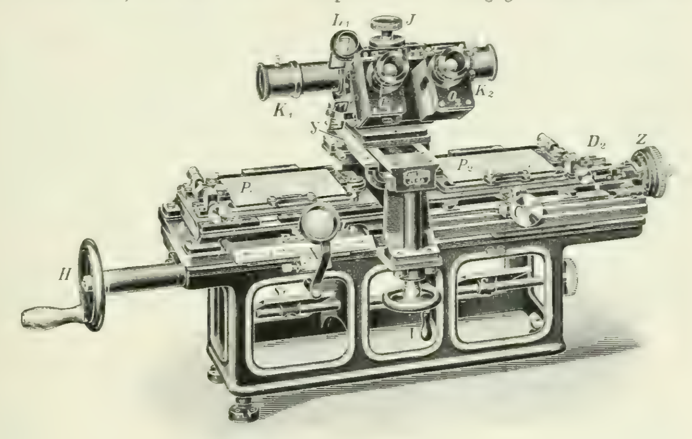
Die im Jahre 1901 durch Dr. Pulfrich begründete Stereo-Photogrammetrie benützt ebenfalls zwei photographische Bilder, die aber an den Enden einer 10- bis 20mal kürzeren Standlinie mit geeigneten Apparaten (Feld- und Stand-Phototheodolite) aufgenommen sind und die in einem besonderen Instrument, dem Stereo-Komparator (s. Figur), stereoskopisch betrachtet und ausgemessen werden. Infolge der wesentlich kürzeren Standlinie werden die Bilder einander so ähnlich, daß die Schwierigkeit des Identifizierens zusammengehöriger Punkte vollständig fortfällt. Die Ausmessung geschieht mit Hilfe einer im Stereo-Komparator angebrachten künstlichen Marke, die sich nach dem Belieben des Beobachters, durch Einstellung der Platten, auf jeden beliebigen Terrainpunkt der Landschaft einstellen läßt und mit der man die ganze Landschaft abtasten kann.

Diese Marke, die wandernde Marke genannt, vertritt die Stelle des Lattenträgers bei den bisher üblichen Arbeiten des Geodäten. Sie hat vor diesen den

Vorzug, daß sie ausschließlich dem Willen des Beobachters untersteht und auch an solche Stellen gebracht werden kann, die für den Lattenträger unerreichbar sind.

Das Verfahren hat sich schnell eine große Anzahl von Freunden erworben. Es ist nicht allein für die Vermessung von schwer und unzugänglichen Partien im Hochgebirge, für den Bahn- und Kanalbau, für die Vermessung von Landesgrenzen und Festungen, Baudenkmälern usw., von größter praktischer Bedeutung geworden, auch lassen sich mit ihm Aufgaben lösen, wie z. B. die Ausmessung von Meereswellen, Manöverbildern, Geschoßbahnen, die Messung der Höhe von Nordlichtern usw., deren Lösung man früher kaum für möglich gehalten hat. Es ist daher begreiflich, daß das Verfahren in den betreffenden militärischen, wissenschaftlichen und technischen Kreisen des In- und Auslandes sich einer großen Beliebtheit erfreut.

**Auch mit der Ausmessung naher Gegenstände und deren Reproduktion auf** stereo-photogrammetrischem Wege (Ausmessung von Röntgenbildern, Herstellung **von Büsten usw.) ist bereits ein vielversprechender Anfang gemacht worden.**




**Eine außerordentliche Förderung der Methode und ihrer Anwendung liegt in** der in den letzten Jahren vorgenommenen Verbindung des Stereo-Komparators mit automatischen Auftragapparaten (von Orel-Pulfrich). Ist es doch jetzt möglich, nicht allein die im Stereo-Komparator eingestellten Punkte automatisch ohne jede Rechnung auf den Plan zu übertragen, sondern auch die für den Plan so sehr wichtigen Schichtenlinien (Kurven gleicher Höhe) automatisch zu zeichnen, so daß jetzt ein Plan, der früher Tage und Wochen in Anspruch nahm, in wenigen Stunden **angefertigt werden kann. Das unter Leitung von Herrn Hauptmann v. Orel in** Wien stehende Vermessungsinstitut „Stereographik" führt solche Arbeiten mit **bestem Erfolg auch für andere aus.**

**Alle diese Messungen gründen sich auf die Verwendung von zwei Photo-**graphien und deren Betrachtung im stereoskopischen Sehen, so daß der Beobachter jederzeit ein körperliches Modell der aufgenommenen Objekte in größter Anschaulichkeit vor sich hat und die Messung, ohne das Terrain betreten zu müssen, in aller Ruhe in seinem Bureau ausführen kann.

Um eine gründliche theoretische und praktische Ausbildung der an dieser neuen Wissenschaft beteiligten Kreise zu ermöglichen, hat Dr. Pulfrich einen

achttägigen Ferienkurs in Stereo-Photogrammetrie eingerichtet, der im Sommer 1913 zum fünften Male stattfindet und bisher von einer großen Anzahl von Professoren und Geodäten, Offizieren und Ingenieuren des In- und Auslandes besucht war. Einen kurzen Überblick über die physiologisch-optischen Grundlagen der stereoskopischen Beobachtungs- und Meßinstrumente bietet die mit einem Literaturverzeichnis der Arbeiten seit 1900 versehene Schrift von C. Pulfrich: „Stereoskopisches Sehen und Messen", Jena 1911.

**Scheimpflugs aerophotogrammetrische Landaufnahmen.** In dem letzten Vortragsabend des Vereins für Landeskunde von Niederösterreich, der im großen geographischen Hörsaal der Universität unter dem Vorsitz des Landesarchivars Dr. Vancsa abgehalten wurde, sprach der bekannte Kartograph Dr. Karl Peucker über „Scheimpflugs aerophotogrammetrische Landaufnahmen und die Administrativkarte von Niederösterreich". Er erklärte zunächst an der Hand zahlreicher Lichtbilder das aerophotogrammetrische Verfahren, eine geniale Erfindung des vor zwei Jahren verstorbenen österreichischen Hauptmannes Theodor Scheimpflug. An die Gondel eines Ballons wird ein System von sieben photographischen Kameras, die im Winkel von 45 Grad gegen eine Mittelkamera geneigt sind, angebracht. Die so gewonnenen Aufnahmen werden durch einen, ebenfalls von Scheimpflug erfundenen Transformator horizontalisiert und durch Übergreifen fest lokalisiert. So wird die alte Idee der Vogelperspektive hier durch ein absolut sicheres Verfahren für die kartographischen Zwecke verwendet. Der Vortragende besprach dann noch speziell die Aufnahmen von Gebirgen mit einem historischen Rückblick auf die Entwicklung bis zu der Methode, durch verschiedene Farben die verschiedenen Höhen wiederzugeben (Farbenplastik). Die Scheimpflugsche Aufnahme würde übrigens vielfach die Anwendung der natürlichen Farbe gestatten. Es muß betont werden, daß das ganze Verfahren eine außerordentlich rasche und billige Landaufnahme ermöglichen würde. Der Verein für Landeskunde für Niederösterreich beabsichtigt nun, als der erste dieses Verfahrens, die „raumtreue Photokarte" bei der eben jetzt zur Neuauflage gelangenden, von ihm herausgegebenen „Administrativkarte von Niederösterreich" zur Anwendung zu bringen. Der Vortrag wurde mit dem größten Beifall aufgenommen.

# Bibliographie.

## 1. Selbständige Werke.

Weiß Max, Dr., Hauptmann: Die geschichtliche Entwicklung der Photogrammetrie und die Begründung ihrer Verwendbarkeit für Meß- und Konstruktionszwecke. Stuttgart 1913. Verlag Strecker & Schröder.

## 2. Journalliteratur.

Baschin O.: „Stereophotogrammetrische Küstenaufnahme von einem Standpunkte" in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie" 1912.

Baschin O.: „Wert und Verwertung der Ballonphotographien" im „Jahrbuche des deutschen Luftschifferverbandes" 1911.

Bottger W.: „Stereoskopische Bilder, Film und Lichtbild" in „Zeitschrift für wissenschaftliche und technische Kinematographie und Projektion". Bd. I, H. 5, 1912.

Eggert O.: „Der Stereoautograph von Oberleutnant von Orel" in „Zeitschrift für Vermessungswessen" 1913.

Große M.: „Die raumtreue Photokarte" in „Österreichische Alpenzeitung" 1912.

Jahn A.: „Die Stereophotogrammetrie und ihre Bedeutung für die praktische Geologie" in „Zeitschrift für praktische Geologie" 1912.

Kammerer G.: „Flugwesen in den Kolonien" in der „Deutschen Kolonialzeitung" 1912.

Klute F.: „Vorläufiger Bericht über eine Forschungsreise am Kilimandscharo von Eduard Oehler und Dr. Klute im Sommer 1912" in „Petermanns Mitteilungen" 1912

Peucker Dr. K.: „Luftschiffahrt, Kartographie und Unterricht" in der „Wiener Zeitung" 1912.

Pulfrich Dr. C.: „Über ein neues Spiegelstereoskop" in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1912.

Rosenthal J.: „Über stereoskopische Röntgenaufnahmen" im „Spezialblatt für Röntgenstrahlen, Radium und verwandte Gebiete" 1912.
Walther B.: „Flugwesen in den Kolonien" in „Deutsche Kolonialzeitung" 1912.
Walther E.: „Stereoskopische Blitzaufnahmen" in „Physikalische Zeitschrift" 1912.

# Vereinsnachrichten.

## Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Der Sektion sind beigetreten:

Dr. Franz Aubell, Professor an der k. k. Montanistischen Hochschule zu Leoben in Steiermark.
Dr. Hans Dock, Professor an der Höheren Forstlehranstalt zu Weißkirchen in Mähren
Alois Grohmann, Professor am Gymnasium zu Mähr.-Neustadt.
Paul Kaltschmid, k. u. k. Oberleutnant, Lehrer an der k. k. Theresianischen Militärakademie in Wiener-Neustadt.
Dr. Franz Köhler, Professor an der k. k. Montanistischen Hochschule in Přibram in Böhmen.
Karl v. Lendvay, k. u. Honvéd-Oberleutnant, Lehrer an der k. u. Honvéd-Ludovika-Akademie in Budapest.
Theophil Niehans, Ingenieur, Beamter im Bureau der schweizerischen Landestopographie zu Bern in der Schweiz.
Josef Petřík, Ingenieur, Professor an der k. k. böhmischen Technischen Hochschule zu Prag in Böhmen.
Alfons Schnürch, Ingenieur, Professor an der k. k. Höheren Lehranstalt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg.
„Stereographik", G. m. b. H., Stereophotogrammetrisches Institut in Wien.
Sergius Solowjeff, Professor an der Ingenieur-Hochschule zu Moskau in Rußland.
Ferd. Swietelsky, k. u. k. Hauptmann, Leiter der Mappeurschule im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
Dr. Alois Tichy, Professor an der Landwirtschaftlichen Mittelschule zu Prerau in Mähren.
Dr. Kaspar Weigel, Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Lemberg.
Leopold Wittmann, k. u. k. Hauptmann, Lehrer an der k. k. Technischen Militärakademie in Mödling bei Wien.

## Erste Monatsversammlung am 22. November 1912.

Im ersten Punkte der Tagesordnung machte der Vorsitzende, Hofrat Professor Doležal. Mitteilungen betreffend die Tätigkeit der Gesellschaft seit der letzten Monatsversammlung und die Veränderungen im Stande der Mitglieder (Neuanmeldungen). Nachdem der Vorsitzende ferner eine große Anzahl neuer Publikationen über die Prinzipien, Methoden und Anwendungen der Photo- und Stereophotogrammetrie der Versammlung mit erläuternden Bemerkungen vorgelegt hatte, hielt Herr Ingenieur Karl Zaar, Professor an der k. k. deutschen Staatsgewerbeschule in Brünn, den angekündigten Vortrag „Spiegelphotogrammetrie". Der Herr Vortragende erläuterte in klarer und anziehender Weise das Wesen dieser Methode, welches darin besteht, daß man von einem und demselben Standpunkte einen Gegenstand und sein durch irgendeinen planen Spiegel erzeugtes Bild photographiert und die beiden so erhaltenen Photogramme zur Rekonstruktion des angenommenen Gegenstandes benützt. Der Spiegel kann hiebei ein natürlicher (die Oberfläche eines Sees oder eines langsam fließenden Gewässers) oder ein künstlicher (Glas- oder Metallspiegel) sein. In letzterem Falle, welchen der Herr Vortragende ganz speziell berücksichtigte und behandelte, ist das Anwendungsgebiet der Methode natürlich ein von jenem der Photogrammetrie im gebräuchlichen Sinne vollkommen abweichendes, da es sich dabei nicht um Terrain-, Architektur- oder Wolkenaufnahmen, sondern nur um die Festlegung kleiner Objekte, deren Aufnahme im Zimmer möglich ist, handeln kann. Unter der Voraussetzung eines vertikalen, künstlichen Planspiegels besprach Herr Professor Zaar die Beziehungen, welche zwischen einem Raumobjekte, dessen Spiegelbild und der photographischen Reproduktion beider bestehen und zeigte den Weg zur praktischen Verwertung derartiger Spiegelphotographien zu Messungszwecken. Er behandelte sowohl die getrennte Aufnahme eines Objektes und seines Spiegelbildes als auch die gleichzeitige Herstellung beider Photogramme und erläuterte mit Hilfe einer großen Anzahl von Lichtbildern die rechnerische und graphische Lösung des Problems. Außer diesen, von dem Herrn Vortragenden schon im 2. Hefte des III. Bandes des Internationalen Archives für Photogrammetrie veröffentlichten Ergebnissen seiner Untersuchungen und Studien besprach er in seinen Ausführungen auch den Fall, daß sich das aufzunehmende

Objekt zwischen zwei, zueinander parallelen, vertikalen Spiegeln befindet. Es entstehen dann zwei Spiegelbilder und es ist dann auch möglich, zur Rekonstruktion, beziehungsweise Ausmessung der Bilder den Stereokomparator zu verwenden, da man durch entsprechende Kombination zweier Bilder und Betrachtung derselben in einem Stereoskope einen richtigen körperlichen Eindruck von dem dargestellten Gegenstande erhält. Die Spiegelphotogrammetrie hat für viele Zweige der Wissenschaft gewiß einen eminent praktischen Wert und Herr Professor Zaar hat sich daher durch seine bezüglichen Studien große Verdienste erworben, für welche ihm die interessierten Kreise zu Dank verpflichtet sind. Reicher Beifall lohnte auch den Herrn Vortragenden für seine Ausführungen und die schönen Lichtbilder, unter denen sich eine größere Anzahl meisterhaft ausgeführter Spiegelphotographien befanden.

## Zweite Monatsversammlung am 31. Januar 1913.

Der Obmann der Gesellschaft machte unter den Vereinsnachrichten, mit welchen die Monatsversammlung eingeleitet wurde, die traurige Mitteilung von dem am 8. Dezember 1912 erfolgten Ableben des technischen Oberoffiziales des k. u. k. Militärgeographischen Institutes Ignaz Tschamler, welcher seit Mai 1911 in Mährisch-Neustadt im Ruhestand lebte. Tschamler war von hohem Interesse für die Photogrammetrie und ihre Anwendung beseelt. Eine große Anzahl von Rekonstruktionen photogrammetrischer Aufnahmen, welche er unter den schwierigsten Verhältnissen und oft mit Zugrundelegung recht mangelhafter, den Grundbedingungen der Photogrammetrie nicht vollkommen entsprechender Aufnahmen in meisterhafter Weise ausführte, zeigte, in welch hervorragender Weise Tschamler es verstanden hat, eine Photographie vollkommen auszuwerten und aus ihr alle Details mit ziemlich bedeutender Genauigkeit zu entnehmen. Die Gesellschaft hat in ihm einen warmen Freund der Photographie verloren, welcher in seinen Kreisen mit Lust und Liebe für die Sache wirkte und stets bestrebt war, der Photogrammetrie neue Anhänger zu gewinnen. Hofrat Prof. E. Doležal hielt dem Verstorbenen einen warm empfundenen Nachruf, welcher von den Anwesenden zum Zeichen der Trauer stehend angehört wurde.

Nachdem der Obmann weiters die neu erschienenen Publikationen photogrammetrischen Inhaltes der Versammlung mit einführenden Erläuterungen vorgelegt hatte, hielt Herr Dr. Heinrich Freiherr von Handel-Mazzetti, Assistent am Botanischen Institute der k. k. Universität in Wien, den freundlichst angekündigten Vortrag: „Über eine Forschungsreise in Kurdistan und die bei dieser Gelegenheit ausgeführten photogrammetrischen Aufnahmen." Der Herr Vortragende gab, unterstützt durch eine große Anzahl von Projektionsbildern, eine sehr interessante Schilderung des von ihm nach der Trennung von Dr. V. Pietschmann bereisten Gebietes, seines geologischen Aufbaues, der Vegetation dieses Gebietes sowie seiner kulturhistorisch wichtigen Kunstdenkmäler und Bauten und zeigte, in welcher Weise er es versuchte, die in den bestehenden Karten mangelhafte topographische Darstellung des Gebietes durch photographische Aufnahmen, insbesondere durch Panoramaaufnahmen von hochgelegenen Punkten zu verbessern, beziehungsweise zu vervollständigen. Aus den mit einer gewöhnlichen Handkamera ausgeführten Aufnahmen gelang es, ein richtiges Gerippe markanter Punkte zu gewinnen, in welches dann die während der Reise erhaltenen Routenaufnahmen eingepaßt werden konnten. Die auf diese Weise erhaltenen Resultate, welche der Herr Vortragende ebenfalls in Projektionsbildern vorführte, liefern einen sehr interessanten Beitrag zur Verwendung gewöhnlicher photographischer Aufnahmen und zeigen, daß selbst solche Aufnahmen mit Erfolg in den Dienst der Topographie gestellt werden können. Reicher Beifall lohnte den Herrn Vortragenden für seine interessanten und in mancher Richtung äußerst anregenden Ausführungen, durch welche der hohe Wert der photogrammetrischen Aufnahmen für Forschungsreisende abermals in augenfälliger Weise dargetan wurde.

## Mitteilungen der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

### Änderungen im Mitgliederbestand der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

Der Sektion sind beigetreten:

Deutscher Luftfahrerverband, Berlin W. 30, Nollendorfplatz 3.

Aus der Sektion sind ausgetreten:

Bloch, Oberlandmesser, Gera (früher Ballenstedt a. Harz)

Dürr L., Oberingenieur, Friedrichshafen a. Bodensee, Luftschiffbau „Zeppelin"

v. Zeppelin jr., Graf Ferd., Dipl.-Ing. Friedrichshafen a. Bodensee.

Ihren Wohnort haben geändert:

Kreuzer F. nach Belgrad, Miročka 2.

H[illegible]te J. nach Berlin NW 21, Emdenerstr. 51

Der Mitgliederstand der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" betrug am 1. März 1913: 73 Mitglieder.

## Mitteilung des Kassiers.

Die Mitglieder werden gebeten, den noch außenstehenden Mitgliedsbeitrag von 12 Mark für das Vereinsjahr 1913 bis zum 1. Oktober 1913 an den Kassier der Sektion „Deutschland", Herrn Dipl.-Ing. F. Schneider, Jena, Knebelstraße 11, III (mit Bestellgebühr von 5 Pfennig) einzusenden, andernfalls wird der Beitrag bei der Zusendung des nächsten Heftes durch die Post eingezogen.

In letzter Zeit ist es öfters vorgekommen, daß Hefte des Archivs, die den Mitgliedern zugestellt wurden, als „unbestellbar" durch die Post zurückkamen, da der Adressat verzogen war. Die Mitglieder werden ersucht, alle Adressenänderungen so bald als möglich dem Kassier der Sektion mitzuteilen, da sonst nicht für eine regelmäßige Zustellung der erscheinenden Hefte des Archivs eine Verantwortung übernommen werden kann.

## Bibliothek der Gesellschaft.

Der Bibliothek sind an Geschenken zugegangen:

Baschin O.: „Wert und Verwertung von Ballonphotographien," Sonderabdruck, Berlin 1911.
Baschin O.: „Stereophotogrammetrische Küstenaufnahme von einem Standpunkte", Sonderabdruck 1912.
Große M.: „Die raumtreue Photokarte", Sonderabdruck 1912.
Kammerer G.: „Flugwesen in den Kolonien", Sonderabdruck, Berlin 1912.
Peucker Dr. K.. „Luftschiffahrt, Kartographie und Unterricht", Sonderabdruck, Wien 1912.
Pulfrich Dr. C.: „Über ein neues Spiegelstereoskop", Sonderabdruck, Berlin 1912.
Walter B.: „Stereoskopische Blitzlichtaufnahmen", Sonderabdruck 1912.

Schluß der Redaktion Mitte März 1913.

